

GEOLOGISKA FÖRENINGENS

I STOCKHOLM

FÖRHANDLINGAR.

BAND 37. Häftet 5.

Maj 1915.

N:o 306

Mötet den 6 maj 1915.

Närvarande 32 personer.

Ordföranden, hr WALLÉN, meddelade, att sedan förra mötet Föreningens Korresponderande Ledamot Professor JAMES GEIKIE, Edinburgh, aflåtit, hvarefter hr MUNTHE höll ett minnes-tal öfver den aflidne.

Meddelades, att Styrelsen aflåtit ett telegram till Doktor HJ. LUNDBOHRM på dennes 60-årsdag.

Till ledamot af Föreningen hade invalts:

Lektor P. STRÖMMAN, Borås, på förslag af hr I. Norden-skjöld.

Med anledning af Sveriges Geologiska Undersöknings förestående flyttning till Frescati hade Styrelsen föreslagit, att Föreningen måtte hos Rektorsämbetet för Stockholms Högskola anhålla, att någon af Högskolans lokaler hädanefter finge disponeras för Föreningens möten. Föreningen uppdrog åt Styrelsen att ingå till Rektorsämbetet för Stockholms Högskola med en sådan anhållan.

Hr G. DE GEER höll ett af kartor, profiler och ljusbilder belyst föredrag *om tertiära nivåförändringar på Spetsbergen*. Härvid redogjordes för tektoniken inom det sentertiära veckningsområdet utmed Spetsbergens västkust; vidare för det innanför belägna platålandet, hvilket utan veckning upplyftats ungefär 1500 m, hvarvid de skilda bergkvarteren mellan olika fjordar ofta blifvit olikformigt upplyftade på ett sätt, som utvisade såväl tillvaron som stundom äfven språng-

höjden af en hel serie fjordförkastningar. Dessa hade påvisats genom talrika mätningar af höjdläget af vissa ledlager inom de skilda bergkvarteren. Inom norra Spetsbergen hade likaledes påträffats och till sitt höjdläge bestämts en utpräglad pretertiär denudationsplatå, som här utgör en värdefull ledyta, hvars deformation härstädes antyder, huru fjordtopografiens hufvuddrag uppkommit och huru bergpartierna mellan fjordarna först tilldanats. Antagligen hade man i denna pretertiära platå att söka resterna af det land, från hvilket södra Spetsbergens gammaltertiära hafslager med däri inbäddade växtlämningar blifvit nedsvämmade. Huru långt tertiärhafvets transgression efter hand nått upp öfver detta land är däremot ovisst.

Den direkt påvisbara kontinentala landhöjning, som Spetsbergen sålunda undergått och som i hufvudsak skänkt landet dess nuvarande begränsning och höjdläge, utgjorde en af utgångspunkterna för det af tal. antagna sambandet mellan den sentertiära insänkningen af Nordatlanten eller det Skandiska hafsbäckenet och den däraf föranledda marginala landhöjningen af såväl Spetsbergen som öfriga i många afseenden med detta land analoga skandiska randområden, där dock den mera ofullständiga geologiska lagerföljden icke tillåter på långt när så ingående tektoniska och morfologiska studier och slutsatser som på Spetsbergen.

Slutligen anfördes skäl, som tala för, att tertiära nivåförändringar äfven inom öfriga delar af jorden spelat en afgörande roll vid tilldaningen af jordklotets nuvarande fördelning mellan land och haf.

Med anledning af föredraget yttrade sig hr F. SVENONIUS och föredraganden.

Hr H. MUNTHE lämnade ett af stuffer och profil belyst meddelande *om en nyligen slutförd diamantborrning i siluren vid Burgsvik på Gotland.*

Föredr. gaf först en öfverblick öfver några af de hittills

kända resultaten af den vid Visby cementfabrik 1911 utförda borrhningen, hvarvid man genomgick undre delen af öfersiluren, undersiluren och kambrium samt nedträngde 22 *m* i urberget (granatgneis). Borrhålets hela djup var 406 *m*, och borrhkärnornas diameter blott c:a 22 *mm*.

Efter att hafva belyst frågan om svårigheterna vid utredandet af Gotlands-lagrens stratigrafi och framhållit önskvärdheten af några flera diamantborrningar å ön, öfvergick föredr. till en redogörelse för Burgsviks-borrhningens allmänna resultat, som kunde sammanfattas i följande erhållna profil, uppifrån och nedåt:

a) Öfre *Sphærocodium*-kalk, märglig, refartad, c:a 1,3 *m*.

Anm. Ytan af detta lager ligger vid borrhålet 8,25 *m* öfver hafvet.

b) *Oolit* växellagrande med sandsten och lermärgel, c:a 7 *m*.

c) Sandsten växellagrande med lermärgel, c:a 40 *m*.

d) Undre *Sphærocodium*-lagret, märgelkalk och kalkmärgel, c:a 14,5 *m*.

e) Märgelskiffer med kalkiga band och linser, 66 *m* +

Den allmänna lagerföljd, som framgått såsom resultat af de geologiska kartläggningsarbetena å södra Gotland,¹ hade alltså återfunnits samlad i borrhprofilen, medan i dagen de båda äldsta lagren träffas på rätt stort afstånd från borrhplatsen, eller först i Näs' s:n, bekräftande det förut påpekade förhållandet, att lagerserien i trakten i stort sedt stupar svagt ungefär mot SSO. Bland viktigare, nya resultat, som vunnits genom borrhningen, framhöllos främst följande. Ooliten, som förut träffats blott på sandstenen eller i växellagring med denna inom dess allra öfversta delar, hade befunnits gå djupare ned och växellagra äfven med den sandstenen vanligtvis åtföljande lermärgeln.

»Sandstenslagret», hvars mäktighet förut var okänd — i

¹ Se H. MUNTHER: Stratigrafien inom Syd-Gotlands silur. Ref. af föredrag. G. F. F.: 29 (1907).

— : On The Sequence of Strata within Southern Gotland. G. F. F.: 32 (1910).

brunnar hade nedträngts blott ett 10-tal *m* — hade nu konstaterats vara c:a 40 *m* mäktigt — bortsedt från de (öfre) delar, som växellagra med oolit — och äfven på djupet växellagra med lermärgel. Den tjockaste vid borrhningen funna sandstens-»bänken» mätte en mäktighet af ej mindre än c:a 12 *m*, och det tjockaste lermärgel-lagret c:a 15 å 17 *m*.

Beträffande lagret *e* — *märgelskiffer med kalkband* — framhölls följande: det i den förut (anf. st.) lämnade lagerföljden upptagna skiktet *Dayia-fliskalk*, som bildar lagrets topp, fanns icke utbildadt i borrhprofilen, men *Dayia navicula* uppträdde här och hade vid den endast preliminära undersökning på fossil, som hittills medhunnits, träffats c:a 44 *m* ner i lagret *e*. Dr GRÖNWALL, som granskat en del af borrhkärnorna, hade hittills konstaterat närvaron af bl. a. *Monograptus bohemicus* inom de 27 öfre *m* af samma lager, medan djupare ner, vid c:a 62 *m* djup i detsamma, uppträdde *Monograptus vomerinus*, alltså arter som äro karakteristiska för delar af t. ex. Skånes öfversiluriska skiffer och där intaga en liknande ordningsföljd. En närmare bearbetning af fossilen i här ifrågavarande mäktiga märgelskiffer-serie lofvade därför att blifva af intresse för parallelliseringen med bl. a. Skånes silur.

Förhoppningen att till sist finna på lager, som kunde erbjuda en mera direkt jämförelse med t. ex. Visby-profilens lagerföljd, hade gått om intet; den summa, som Sveriges Geologiska Undersökning anslagit för borrhningarna vid Burgsvik och vid en planerad, senare borrhning vid Rosendal i Follingbo s:n, kartbladet Visby, ansågs nämligen icke böra anlitas för hårdt vid denna första borrhning, som därför afbröts vid c:a 129 *m* djup; borrhålet står dock öppet för en eventuell framtida fortsättning. Till sist framhölls, att dessa två borrhningar å Gotland möjliggjorts tack vare de relativt mycket billiga villkor, som medgifvits af *Svenska Diamantborrningsbolaget i Stockholm* genom dess chef, ingenjör LORENZ CARLSSON, och bolaget hade ställt hela serien af borrhkärnor till Sveriges Geologiska Undersöknings fria disposition. Materialet är så

mycket värdefullare, som borrhäknarna mäta en diameter af ej mindre än resp. c:a 76 mm (upptill) och 52 mm (nedtill) i borrhålet.

I anslutning till föredraget yttrade sig hrr K. A. GRÖNWALL och föredraganden.

Hr K. A. GRÖNWALL framhöll, att denna borrhning lämnat ytterligare bevis på den stora öfverensstämmelse, som råder mellan siluren i Skåne och på Östra Gotland. Medan Visbyborrningen icke innehöll några graptolitskiffrar, som kunde motsvara de skånska, ha vi här motsvarighet icke allenast till Skånes *Colonus*-skiffer, utan äfven till öfversta delen af *Cyrtograptus*-skifferna.

Herr B. HÖGBOM höll under förevisande af grafiska tabeller och grufkartor ett föredrag om de mellansvenska järnmalmernas djupgående.

Den linsform, som är typisk för de mellansvenska järnmalmerna, måste man antaga till stor del vara sekundär och uppkommen genom pressningar och utvalsningar inom den starkt metamorfoserade leptitformationen. Äfven i bergartsfördelningen inom denna är ju en liknande linsstruktur ofta märkbar. Det är att vänta, att dessa malmlinser skola vara utvalsade företrädesvis i en riktning vinkelrät mot veckaxlarna, d. v. s. att de skola ha sin största sträckning mot djupet. Kända exempel härpå erbjuda utprägladt stock- och spolförmiga malmer, men man har kanske icke tänkt sig, att denna malmernas stora djupsträckning är en genomgående regel, från hvilken undantagen äro lätt räknade.

Genom att på statistisk grund göra en beräkning af genomsnittsformen för de mellansvenska malmerna kan man få fram en del förhållanden af både teoretiskt och praktiskt intresse. De officiella grufkartorna kunna härvid lämna en god utgångspunkt, och vill man hänföra beräkningarna till hvad som 1910 var känt om dessa malmers storlek och form, gifva uppgifterna i TEGENGRENS »Järnmalmstillgångarna i mellersta och södra Sverige» det lättast åtkomliga och fullständigaste materialet för en dylik statistisk undersökning.

Det visar sig, att för de 453 grufvor, från hvilka uppgifter finnas, malmernas 1910 kända djupsträckning (efter donläge och fältstupning) i medeltal är ej mindre än 2,35 ggr deras största horisontella längd. Då intet skäl finnes, som gör det möjligt antaga, att någon principiell skillnad skulle kunna föreligga mellan större och mindre malmer, gifva de senare en bättre bild af »normallinsens» form, då de i proportion till storleken i regel äro fullständigare kända hvad djupgåendet beträffar. Göres samma beräkning för de 222 malmer, hvilkas horisontella längd icke öfverstiger 50 *m*, visar det sig, att djupsträckningen hos dessa malmer i genomsnitt är 3,55 ggr deras längd, och inskränker man sig till de 85 malmer, hvilkas horisontella längd ej öfverstiger 20 *m*, erhålles värdet 4,03. Då äfven detta senaste värde är ett minimivärde, och då i medeltal endast halfva malmlinserna få anses vara skodade vid denudationen, kommer man till den ganska förvånande slutledningen, att de medelsvenska malmlinserna utvalsats så att genomsnittstypen för dem är en lins, som är minst 8 ggr så lång som bred, och att deras längdaxlar i regel äro riktade mot djupet. Det bör emellertid anmärkas, att så stark utvalsning kanske icke är den vanligaste, då värdet ifråga påverkats något af enstaka abnorma fall, där t. o. m. linserna kunna vara 30—50 ggr så långa som breda.

Vid bedömandet af malmstillgångar bör detta malmernas stora djupgående hållas i åtanke såsom varande en regel, som dock naturligtvis i de enskilda fallen måste tillämpas med största försiktighet. I någon mån kunna närliggande malmer härvidlag gifva ledning, ty graden af utvalsningen är gärna någorlunda genomgående inom samma fält eller streck. I många fall, men icke alltid, gör sig dessutom sträckningen märkbar genom stänglig struktur hos närgränsande bergarter.

Ett annat förhållande, som i detta samband kan vara värdt att påpekas, och som i sin tur tyder på att nämnda sträckning mot djupet hos malmerna verkligen står i samband med

dynamiska processer vid bergskedjeveckningen, är riktningen af de smärre veckningar, som göra sig märkbara inom malmerna. Det är mycket vanligt, att en malm har träffats af veck, där veckningsaxlarna äro riktade längs malmens djupsträckning, d. v. s. efter donläge och fältstupning, veckningar som alltså framträda på grufkartornas horisontalsektioner, medan tvärsför löpande veck äro mycket sällsynta, sådana alltså som vålla starka omböjningar i donläget. Denna malmernas veckning torde kunna anses representera den veckning af andra ordningen, som är typisk vid starka veckningar och pressningar och som löper tvärsför veckningen i stort, jäms med den gärna uppkommande stängligheten. (Jfr en uppsats i Tekn. Tidskr. Afd. f. kemi och bergvetensk. 1915, h. 7.)

* Med anledning av föredraget yttrade sig hrr P. J. HOLMQUIST, A. WALLÉN, A. G. HÖGBOM och *föredraganden*.

Hr P. J. HOLMQUIST framhöll som sin uppfattning, att det välbekanta tektoniska drag hos de svenska järnmalmerna, som genom doktor B. HÖGBOMS föredrag hade erhållit en så intressant och öfverraskande ny belysning, icke kunde tillfyllestgörande förklaras genom antagandet, att utvalsningsprocesser voro den hufvudsakliga orsaken till malmkropparnas utdragna former. Sådana processer hafva visserligen i många fall medverkat, men det är högeligen tvifvelaktigt, om de mera än undantagsvis kunna hafva åstadkommit så långsträckta former, som många malmer enligt doktor HÖGBOMS statistiska utredning förete. I många fall saknas sträckningsstruktur såväl i malmen som i omgifvande bergarter, och det finnes ej någon vare sig geologisk eller teoretisk anledning till att antaga, att utvalsning genom pressningar vid sådana förekomster spelat någon afsevärd roll.

Hr A. WALLÉN ville understryka en sak, som föredr. endast flyktigt berört och som han syntes hafva underskattat, nämligen att i ett fall som detta, där värdenas frekvensfördelning vore i så hög grad skef, medelvärdet vore ett ganska missvisande uttryck, som i hög grad skilde sig både från det »vanligaste» värdet och från »medianen», d. v. s. det värde som lika många gånger öfver- som understigits. Man finge därför vara försiktig vid tillämpningen i praktiken af föredragandens medelvärde å förhållandet mellan malmens djuplek och horisontella längd.

Hr A. G. HÖGBOM framhöll att, om man också icke för de enskilda fallen kunde räkna med de funna medelvärdena för djupsträckningen, dessa dock vore af det största intresse för frågan om de medelsvenska järnmalmstillgångarna i sin helhet.

Sekreteraren anmälde för förhandlingarna:

ERNST ANTEVS: Landisens recession i nordöstra Skåne.

EERO MÄKINEN: Ein Archaisches Konglomeratvorkommen bei Lavia in Finland.

— Über einen Uralit aus Uralitporphyrit von Pelling in Finland.

Vid mötet utdelades N:o 305 af Föreningens Förhandlingar.

Landisens recession i nordöstra Skåne.

Af

ERNST ANTEVS.

(Härtill tafl. 7)

Landisens recessionshastighet inom nordöstra Skånes sen-glaciala issjöområde är som bekant till sina hufvuddrag sedan åtskilliga år tillbaka känd genom mätningar af därvarande hvarfviga leror utförda vid skilda tillfällen mellan 1884 och 1911 af professor GERARD DE GEER och under den af honom år 1906 anordnade linjemätningen genom mellersta och södra Sverige af statsgeologen dr HARALD JOHANSSON. Då emellertid en detaljundersökning af isens reträtt inom ifrågavarande enhetliga område helt visst skulle visa sig vara af stort intresse, företog jag på prof. DE GEERS förslag en sådan sommaren 1913, sedan jag härför erhållit ett understöd från C. F. LILJEWALCH J:RS resestipendiefond vid Stockholms Högskola.

Under mina genom ett nytt LILJEWALCHS resestipendium sommaren 1914 möjliggjorda geokronologiska undersökningar i östra och södra Sverige studerades bland annat isens recession i Bleking. Då det af flera orsaker är lämpligt att i denna publikation framlägga den erhållna konnektionen mellan israndens läge i Skåne och Bleking, ha några af de västligaste profilerna ifrån sistnämnda landskap här medtagits.

Det är mig en kär plikt att uttala mitt hjärtliga tack till min lärare prof. DE GEER, som gifvit mig uppslaget till denna undersökning, i och för densamma ställt till mitt förfogande af honom själf och af dr JOHANSSON redan utförda mätningar samt med sin kända beredvillighet på allt sätt understödt mitt arbete.

Det undersökta områdets utsträckning och topografiska hufvuddrag.

Med Kristianstad som medelpunkt sträcker sig undersökningsområdet i Skåne från Broby i N till Kivik i S samt från Sörby i W till Ryssberget i Ö. Det är 65 *km* i nord-sydlig och 37 *km* i väst-östlig riktning samt har formen af en likbent triangel med spetsen mot S. Undersökningarna ha med andra ord omfattat hela den del af nordöstra Skånes senoglaciala issjöområde, där hvarfvig lera är tillfinnandes.

Medan nämnda område undersöktes systematiskt, gällde det i Bleking blott att erhålla konnektion med Skåne.

Den högsta nivå, till hvilken den Baltiska issjön sträckte sig, ligger enligt DE GEER (1, p. 82) i områdets norra del vid c:a 60 *m* och i dess södra parti, nere vid Kivik (2, p. 49) vid pass 32 *m* öfver hafvets nuvarande yta.

Den allra största delen af området är jämn och slät utan större höjder, så att Fjälkinge backar och Kjuge kull samt Ryssberget äro de enda partier, som S om en linje dragen genom Bäckaskogs kungsgård i väst-östlig riktning stucko upp öfver issjöns yta. W om området ligga den 60—90 *m* höga Näflingeåsen och den i medeltal till en höjd af 130—140 *m* uppgående Linderödsåsen. N om Bäckaskog blir terrängen särskildt i Ö mera kuperad genom åtskilliga sammanhängande eller isolerade utlöpare från höglandet i N. Flera höjder äro rätt betydande. Så mäter exempelvis Vångaberget 159 *m*, Ifö klack 126 *m* och Ryssberget 153 *m*. Dalgångarna mellan de mot S utskjutande bergpartierna äro till stor

del upptagna af sjöar. Från Ö räknadt har man först Ifö-sjöns dalsänka, som norr ut förgrenar sig i Näs- och Vångadalarna. En andra dalgång är den, som sträcker sig upp mot Immeln, och hvars lägsta partier upptagas af Oppmannasjön och Råbelöfsjön. Mindre kuperad är den af Helgeån med tillflöden dränerade delen af undersökningsområdet, där endast ett par partier obetydligt öfverskrida den baltiska gränsen.

*Israndens recessiön.

Vid undersökningen af isens afsmältning har användts prof. DE GEERS metod att mäta och konnektera årshvarfven i den glaciala leran.

Redan i inledningen har framhållits, att prof. DE GEER och dr JOHANSSON tidigare uppmätt en profilserie tvärs genom området mellersta del. Prof. DE GEER har salunda utfört mätningar vid 7 af de här anförda lokalerna, dr JOHANSSON vid 30 olika punkter och förf. vid 81. Då ett par lokaler varit underkastade upprepade undersökningar, uppgår hela antalet observationspunkter till 116.

Nedan följer en förteckning öfver de uppmätta profilerna. Profilernas nummer återfinnas å kartan. Den andra siffran, exempelvis —299 för profil 15, afser numret på bottenhvarfvet i profilen med den bruna lerranden (se p. 365) som utgångspunkt och nr —100. Finnes ingen siffra öfver bottenhvarfvet nr angifven, upplyser profilen af en eller annan orsak ej om, hvilket år punkten i fråga blef isfri. G. D. G. anger, att prof. G. DE GEER uppmätt profilen, och H. J., att dr H. JOHANSSON gjort detta.

- | | | |
|-------------|-----------------------------|-------|
| 1. | Vidtsköfle, tegelbruket. | H. J. |
| 2. | Borrestad, mägerlgropen. | H. J. |
| 3. C:a—423. | Skogsma. | H. J. |
| 4. »—419. | Sönnarslöf, södra lertaget. | |
| 5. » — » | » | H. J. |
| 6. » —417. | » norra | H. J. |

7. C:a—403. Sönnarslöf, gamla lertaget. H. J.
8. Köpinge, tegelbruket. H. J.
9. Ugerup, »
10. Hofby. H. J.
11. » H. J.
12. C:a—340. » H. J.
13. » H. J.
14. Åsum. H. J.
- 15.—299. » intill grustaget.
16. Åsumtorp, lertaget.
17. Herkules tegelbruk.
18. Kvarnäs »
- 19.—282. Håslöf. H. J.
- 20.—279. Hammar. H. J.
21. Hattabacken. H. J.
- 22.—256. Kristianstad. H. J.
23. Cellfängelset, Kristianstad. H. J.
- 24.—249. Öllsjö.
- 25.—240. Lillö. H. J.
26. Isgrannatorp.
- 27.—225. Nosaby, lertaget.
- 28.—225. Näsby. H. J.
- 29.—216. Vinnö, grundgräfnig.
- 30.—215. Näsby. H. J.
- 31.—212. Rödaled, märeeltaget.
- 32.—212. Vrangelsdal.
33. Araslöf.
- 34.—209. Listernäs. H. J.
- 35.—206. Karl—Anders. H. J.
- 36.—203. Fredriksdal. H. J.
37. Åby.
- 38.—202. Prästgården, Önnestad, lertaget.
39. Lovisero, intill ladugården.
40. Önnestad, lertaget.
- 41.—196. Rålambsdal, diket Ö om vägen.

- 42.—191. Roalöf, mellan landsvägen och järnvägen.
43. Hamiltonhill, diket mellan den odlade marken och moränen.
- 44.—200. Fredriksdal. H. J.
- 45.—186. Torseke. H. J.
- 46.—182. Ebbetorp. H. J.
47. Sofiedal, kanten af åkern.
- 48.—180. Skoglösa.
- 49.—173. Brogården, en sänka 25 m Ö om ån.
50. Strö, gamla lertaget.
51. » lertaget vid stationen.
52. Roalöf.
- 53.—176. Adinal, västra sidan af bäcken intill vägen.
- 54.—176. »
- 55.—169. Torsebro. H. J.
- 56.—145. Stubbarp. H. J.
57. Hesslekärr. H. J.
- 58.—106. Ballingstorp. H. J.
59. Öfvarp, norra sluttningen af kullen.
- 60.—123. Hörröd, diket omedelbart intill moränkullen.
- 61.—108. Källehuset, diket vid sydvästra delen af kullen.
- 62.—100. Nydala, bäcken.
- 63.—94. Krabbagården, bäcken.
- 64.—94. » »
65. Hanaskog, tegelbruket.
- 66.—93. » » G. D. G.
- 67.—79. » kanalen.
68. Hanaskog, badhuset; åkanten vid lågt vattenstånd
G. D. G.; kanalen författaren
69. Truedstorp. G. D. G.
- 70.—86. Kviinge, N. Nilsson.
- 71.—92. Västerslöf, kanalen N om vägen.
- 72.—88. Ålsåkra, diket intill vägen.
- 73.—79. Spånga, lertaget.
74. Almö, brunnen. G. D. G.

75. Knislinge, tegelbruket.
 76.— 67. » G. D. G.
 77. » på åsen. G. D. G.
 78. Hjärsåslilla, sluttningen mot ån. G. D. G. och författaren.
 79. Hjärsås, lertaget.
 80.—199. Balsby, sydsluttningen ofvanför gården.
 81. Håsta, lertaget.
 82. » »
 83.—179. Österslöv, märtlaget.
 84. Tommarp.
 85.—157. Sjödala, lertaget.
 86. Ekestad.
 87.—134. Kjärkestad.
 88.— 98. Gårrö, lertaget.
 89.— 94. Spegelvik.
 90.— 92. Allarp, bäcken N om vägen.
 91.— 51. Mannestad, diket mellan landsvägen och banan.
 92.— 18. Arkelstorp, schaktningen Ö om banan.
 93. Gualöv, tegelbruket.
 94.—206. Kjuge, det stora diket.
 95. Bäckaskog, diket mellan parken och åkern.
 96.—189. » » som för till sjön.
 97.—183. Plageboda, » » » » »
 98.—182. Hofgården, ängen W om vägen.
 99.—174. Homna Udd, lertaget.
 100.—161. Kapellet, bäcken omedelbart ofvan vägen.
 101.—119. Klagstorp, tegelbruket.
 102.— 86. Västana, sandtaget.
 103.— 79. » nära källan.
 104. Grödby.
 105.—190. Håkanryd, tegelbruket.
 106.—126. Leingaryd, bäcken nedom vägen.
 107.—112. Axeltorp, bäcken.
 108.—111. » sydsluttningen ofvan kaolinbrottet.

- 109.—100. Näsrum, tegelbruket.
 110.— 96. Ryedal, lertaget.
 111.— 69. Pukavik, mellan lertaget och ån.
 112.— 50. Björkenäs.
 113.— 51. Stensnäs.
 114.— 42. Svenstorp.
 115. Galleryda, lertaget.
 116.— 24. Gillabro, » .

Vid inläggandet af israndslägena har jag utgått från ett synnerligen karakteristiskt, tvärs öfver hela området lätt igenkännligt hvarf (se p. 365) som betecknats med n:r —100. Detta hvarf afsattes omkring år —4 000 räknadt tillbaka i tiden från istidens slut, förlagdt till genombrottet vid Indalsälven (DE GEER 3, pl. 1.) Sedan ha israndslägen uppdragits för hvar tjugonde år. Där profilerna ligga tätt, och israndslägena således äro relativt säkert kända, ha dessa betecknats med heldragna linjer, i annat fall med streckade sådana. Då israndens läge ej är direkt fastställdt, har hänsyn tagits till terrängen. Bågarna på linjerna vilja dock naturligen endast antyda, att isranden efter all sannolikhet ägt utbuktningar eller inbuktningar utan att vara uttryck för storleken af desamma.

Från Bleking föreligga utom här medtagna profiler åtskilliga sådana från trakten af Karlshamn och Ronneby, och israndslägena ha uppdragits med hänsyn tagen till desamma.

Om isens afsmältning mellan de olika punkterna och om israndens olika lägen är öfverflödigt att närmare orda, då kartan och ofvan lämnade data upplysa härom. Jag vill därför endast lämna några ytterligare uppgifter och upplysningar samt i samband härmed fästa uppmärksamheten på en del intressanta sakförhållanden.

Börja vi då längst i S. förtjänar israndens läge vid Sönnarslöf ett ögonblicks uppmärksamhet. Strax W om profil 3 höjer sig Linderödsåsen öfver den baltiska gränsen, och då recessionen på de högre partierna gick betydligt saktare än

ute på djupare vatten öfver den nuvarande slätten, där kalffningen var liffigare, fick isranden denna anmärkningsvärda riktning.

Punkterna 3—7 äro fullt säkert konnekterade sinsemellan. Mellan punkterna 4 och 12 samt mellan 12 och N om denna uppmätta profiler finnes väl konnektion, men då korrektion ej kunnat införas för en del osäkra hvarf, ha israndslägena inlagts med streckade linjer (utom vid Sönnarslöf, där jag velat framhålla, att israndens riktning är säkert fastställd) och siffrorna för bottenhvarfven fått föregås af ett »cirka». Eventuella fel torde dock tillsammans understiga 10 år. Från och med profil 15 är konnektionen säker.

Af stor vikt för hastigheten af israndens recession var naturligen storleken af istillförseln. I dalgångarna nådde denna liksom afsmältningen sitt högsta värde, men medan den förra hade öfverhanden i dalstråkens södra parti, hade den senare detta i deras norra. Från konvex i nedre delen af ett dalstråk blef därför isranden konkav, då den närmade sig detsammans öfre parti.

T. o. m. helt obetydliga höjder och dalar visa sig ha utöfvat ett rätt afsevärdt inflytande. Hanaskogstrakten utgör kanske det bästa exemplet härpå.

Den roll de större höjderna spelade är ej närmare känd. Antagligen blefvo dock dessa isfria ej allt för långt efter den omgifvande trakten, då olikheten i afsmältningshastigheten i stort sedt torde ha utjämnats af den olikstora istillförseln.

Uppkomna oregelbundenheter i iskantens förlopp utjämnades i allmänhet snart, och sträckningen af densamma var i stort rätt väst-östlig. Isens senaste rörelseriktning ägde dock, såsom framgår af DE GEERS (1, p. 60) räffelobservationer, en dragning åt SW. Inom Strö, Kviinge och Fjälkestads socknar, där de talrikaste iakttagelserna gjorts, gå de yngsta räfflorna N10°—30' Ö. Det blir häraf tydligt, att afsmältningen försigick med större intensitet inom områdets östra del än inom dess västra.

Den hastighet, med hvilken isranden drog sig tillbaka, var störst å de lägsta partierna inom området för de stora slätterna. Den årliga recessionen kunde här, såsom vid Bäckaskog, uppgå till 135 *m*, helt lokalt någon gång till öfver 200 *m*. Å andra sidan uppgick den i den rätt jämna terrängen mellan punkterna 56 och 58 endast till 40 *m*. Orsaken till denna lokala retardation är ej fullt klar. Emellertid började konvexiteten redan märkbart aftaga vid Hanaskog.

Medelvärdet på den årliga recessionen mellan israndslägena —80 och —300 utgör 89 m. I denna beräkning är recessionen inom de nordligaste delarna af området ej medtagen. Denna nådde följande årliga belopp, nämligen vid Knislinge 100 *m*, vid Arkelstorp 33 *m* och i Bleking vid Mörrums å 83 *m*. Dessa siffror ge en god inblick i de lokala förhållandenas betydelse, äfven om skillnaden mellan siffrorna är oväntadt stor. S om israndslinjen —300 var isens årliga reträtt ungefär lika stor som närmast N om densamma. Mellan punkterna 4 och 7 belöpte den sig till 112 *m*.

Den hvarfviga lerans förekomst och beskaffenhet.

Där leran går i dagen, är den ju merendels angifven å de geologiska kartorna, och redan efter en flyktig blick på dessa, blir det klart, att det är mellan Kristianstad i S och Knislinge, Arkelstorp och Näsrum i N samt mellan kartans kant i W och Ryssberget i Ö, som den har sin största utbredning. Den är här näst moränen den vanligaste jordarten. Så snart man kommer utanför gränsen för nämnda område, träffas den endast sällan i dagen, i det den här merendels antingen alldeles saknas eller är täckt af yngre aflageringar.

Emellertid är leran inom området N om Kristianstad ej blott mest utbredd utan jämväl lättast åtkomlig och bäst skiktad. I allmänhet är hvarfvigheten här väl utbildad med ljusa zoner af sommarmaterial omväxlande med bruna sådana af finare material, afsatt under den kalla årstiden. Ej sällan

har skiktningen dock genom vittring blifvit i högre eller mindre grad utplånad. — Hvarfvens mäktighet på vederbörligt afstånd från åsarna motsvarar ju till en viss grad den årliga isrecessionens storlek, och då denna ej uppnådde något större belopp, blef ej heller den årliga lerafsättningen stor. I profil 38 nå de 50 första hvarfven tillsammans en mäktighet af 110 *cm*. Här äro dock bottenskikten ovanligt mäktiga, och 50 *cm* komma på de första 8 årens aflagringar. I profil 60 mäta de 50 understa hvarfven sammanlagdt 60 *cm*, i profil 83 50 *cm* och i profil 92 54 *cm*. Den årliga lerafsättningens mäktighet inom mellersta och norra delen af området är sålunda i rundt tal 1 *cm*. Nedåt Kristianstad och S därom är den större.

Nordgränsen för mätbar hvarfvig lera torde vara angifven genom de nordligaste uppmätta lerprofilerna i de olika dalstråken. Dock har glaciallera anträffats längre norr ut, och en fyndert W om Blodberget i Broby socken är af intresse, då den enligt DE GEER (I. p. 80) anger den högsta nivå, 48.4 *m* ö. h., vid hvilken hvarfvig lera anträffats inom området.

Som gräns mot W kan man lämpligen betrakta kartans vänstra kant, då inom Sörby och angränsande socknar (utanför kartans kant, W om Strö) hvarfvigheten ej är så konstant och väl utbildad, att en uppmätning är möjlig. Ofta är hvarfvigheten här väster ut i vissa zoner helt tydlig, i andra ej alls framträdande. Stundom är leran alltigenom homogen, stundom alltigenom hvarfvig eburu ej mätbar. Skikten äro i allmänhet mycket tunna. Utan att vara direkt sandig är dock leran aldrig fullt smidig, oaktadt hvarfven övervägande utgöras af vintermaterial. Färgen är rödgrå till grågul.

S om Kristianstad täckes leran vanligen af tjocka sandlager, som merendels ställa oöfvervinnerliga hinder i vägen för dennas uppmätning. Detta gäller först och främst området Ö om Helgesjön. I botten af de för traktens dränering gräfla, djupa kanalerna träffar man visserligen hvarfvig lera här och hvar, men man kan blott konstatera förekomsten.

Endast under synnerligen lyckliga omständigheter skulle det vara möjligt att mäta densamma. Årshvarfven äga en betydlig mäktighet, och leran har en ljusgrå färg af det öfvervägande sommarmaterialet. Vinterränderna äro bruna. Leran är ej sällan starkt sandig.

Äfven W och S om Helgesjön täckes leran af mäktig sand och träffas så godt som ingenstädes i dagen. Utbredningen är ganska inskränkt och bunden till området närmast intill nämnda sjö. Den årliga afsättningen var ganska stor. Vid Åsum och Hofby bibehåller leran ännu den vackra och tydliga skiktning af ljusgrått och brunt material, som var utmärkande för densamma norr ut. Hvarfvigheten går dock allt mer och mer förlorad, ju längre söder ut man kommer, och vid Köpinge är den knappast längre urskiljbar. Leran blir samtidigt mer och mer sällsynt, och den torde saknas SW om en linje Ugerup—Köpinge kyrka nedåt Sönnarslöf. Inom sistnämnda socken liksom å Vidtsköfleslätten tycks den däremot finnas så godt som öfverallt. Den går dock endast sällan i dagen, i det den vanligen täckes af sand af varierande mäktighet. Den årliga afsättningen var här relativt stor, och medeltjockleken af de 50 första hvarfven i profil 4 uppgår till 6 *cm*. Leran är något sandig och äger en ljusgrå färg. Vid Sönnarslöf framträda de olika hvarfven mycket tydligt genom tunna brunaktiga vinterränder, men ute på slätten blir leran nästan homogen och skiktningen svår att urskilja.

Den högsta fyndorten för hvarfvig lera här nere ligger enligt DE GEER (2, p. 49) vid 44.2 *m* ö. h. (nedom Degeberga stn.).

Enligt nämnde författare (2, p. 45) är glaciallera ej med säkerhet påträffad S om Vidtsköfleslätten, och fann jag sådan endast vid landsvägen midt för Hvitemölla fiskläge, 2 *km* NW om Kivik. Någon tydlig hvarfvighet ägde den dock ej.

Om den mätbara, hvarfviga lerans utbredning i Bleking kan jag naturligen ej uttala mig, då de 7 profilerna härifrån

utgöra resultatet af en dags exkursion. I de undersökta fallen voro hvarfven normala, d. v. s. $1\frac{1}{2}$ till ett par *cm* mäktiga, och synnerligen skarpt begränsade mot hvarandra.

Inom undersökningsområdet ägde hvarje större dalstråk sin glaciärrälf, som sökte sig närmsta och bekvämaste väg ut mot iskanten. Rullstensåsarnas förlopp är i stort sett mycket regelbundet, och man kunde, som prof. DE GEER vid skilda tillfällen påpekat, redan härutaf sluta sig till, att isens reträtt försiggått utan afsevärdare störningar. Ej sällan företogo dock glaciärrälfvarna kastningar eller sände ut förgreningar. Men äfven om älvens lopp ej direkt ändrades, kunde dock hufvudströmmen gå än åt den ena än åt den andra sidan. På grund häraf kunde lerafsättningen på samma punkt, oafsedt den olikstora afsmältningen under skilda år, växla afsevärdt från ett år till ett annat. De bästa exemplen härpå ha vi kanske från Näsumdalen. Profilerna härifrån visa på det hela taget en mycket god öfverensstämmelse, men enstaka markerade maxima i de ena saknas eller motsvaras af minima i de andra. Hufvudmassan af materialet fördes fram olika vägar under skilda år.

Såsom exempel på en profil med högst olika afsättning under olika tidsperioder kan anföras den n:r 105. Det första tjugutalet hvarf utgöres af fin gul sand och rödbruna ler-ränder. Den årliga afsättningen var relativt stor. Därpå följer med skarp gräns en fet gråbrun lera, som är mycket tunnhvarvig, och som så godt som uteslutande utgöres af vintermaterial. Sedan nämnda lera afsatts under c:a 50 år, inträdde en ny växling i afsättningen. Nu bli hvarfven åter kraftigare, och leran får den för vintermaterialet — den består öfvervägande af sådant — mycket vanliga rödbruna färgen. Efter ett nytt halfsekel inträdde lerafsättningen i en ny fas. Leran blir rödgul, och någon skiktning kan ej urskiljas. Denna zon är 13 *cm* mäktig. Ofvanpå densamma

följer lera af samma beskaffenhet som den ifrågavarande zon närmast underlagrande.

Det plägar som bekant vara förenadt med stora svårigheter, ej blott att konnektera profiler från aflagringar tillhörande skilda åssystem, utan äfven att känna igen hvarfvens variation från de båda olika sidorna af en och samma ås. I detta hänseende äro förhållandena synnerligen lyckliga här nere, i det maxima och minima återkomma troget tvärs öfver större delen af undersökningsområdet. Detta är ett sakförhållande, som hänger nära samman med den obetydliga recessions-hastigheten och den ringa årliga lerafsättningen samt den jämna och släta terrängen. Längst upp i dalstråken göra sig de lokala förhållandena märkbart gällande, men tack vare några mäktiga profiler från Kristianstadtrakten kan man alltjämt uppehålla en säker förbindelse.

I profilerna S om israndslinjen —120 förefinns så godt som öfverallt en bestämd skillnad mellan leran under och öfver en viss nivå, hvilken naturligen ligger längre upp i profilen, ju längre söder ut man kommer. Den undre leran omväxlar med gråaktigt och gråbrunt material. Den öfre är lifligare färgad med mycket ljust sommarmaterial och klart rödbruna vinterränder, hvilka för öfrigt äro mycket tjocka och göra denna lera afsevärdt fetare än den underlagrande. Ifrågavarande leror utgöra faserna 2 och 3 i den ofvan beskriifna profilen 105. Den markerade gränsen i lerafsättningen har naturligen varit af stor betydelse vid konnekteringen af profilerna.

Af ännu större betydelse har dock det tjugonde hvarfvet ofvan nämnda gräns varit. Detta är nämligen i flertalet fall två till flera gånger mäktigare än de öfver- och underlagrande. Som nämnt utgöres större delen af årshvarfven i ifrågavarande lera af vintermaterial och märkvärdigt nog är detta fallet med jättehvarfvet i högre grad än med något annat. Detta mäktiga, rödbruna hvarf igenkännes sålunda mycket lätt tvärs öfver hela undersökningsområdet, och det är detta,

jag utgått från vid uppdragandet af israndslägena och därvid betecknat med n:r —100. De här medtagna profilerna från Bleking falla alla ofvan hvarfvets nordgräns, men vid Vierysåns mynning, 10 km SW om Ronneby har jag återfunnit detsamma.

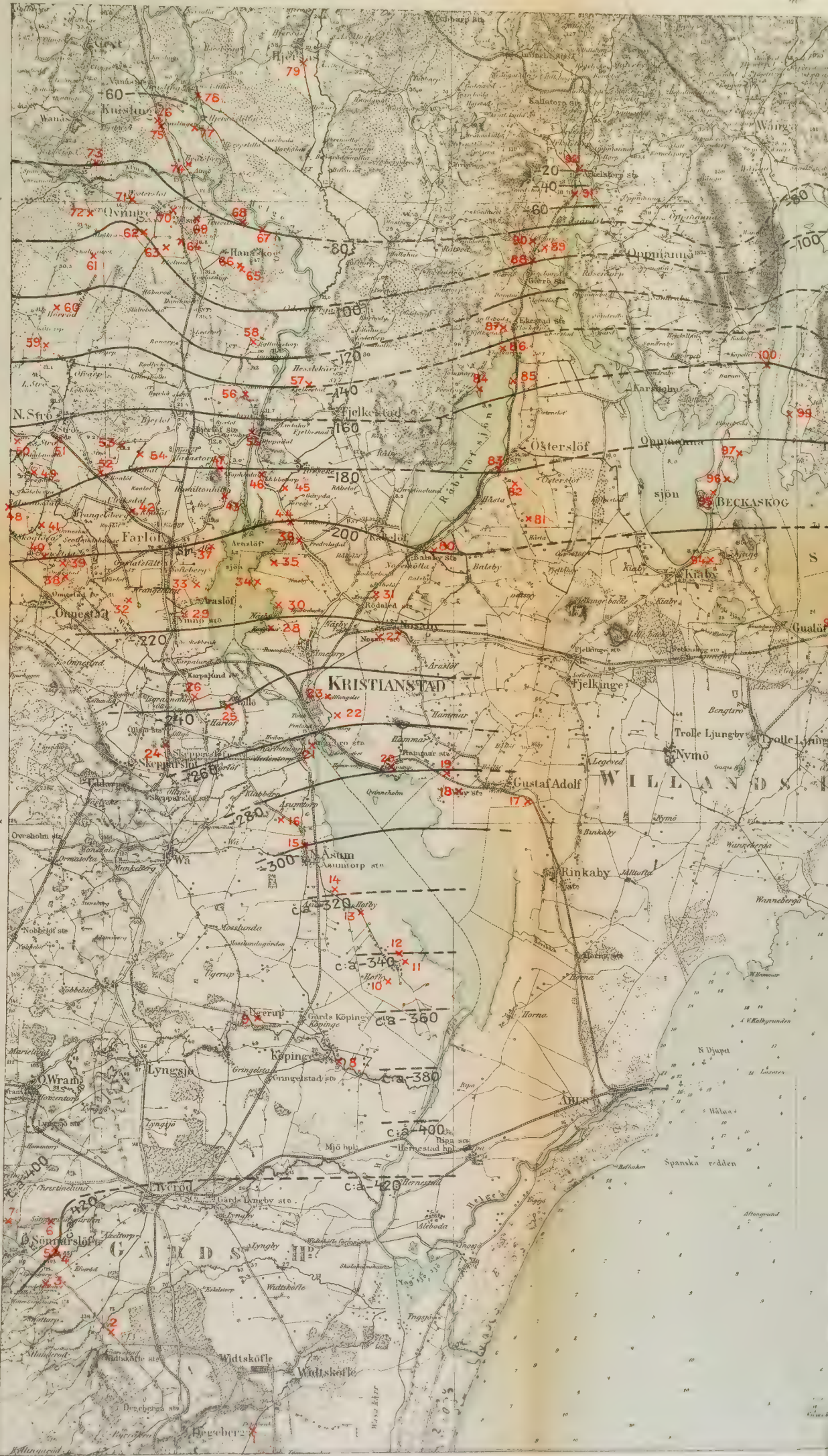
Ännu en egendomlighet i lerafsättningen har varit af mycket stor betydelse för en säker konnektion. Hvarfven 43—51 ofvan den bruna lerranden äro nämligen omväxlande små och stora samt bilda i diagrammen en typisk »såg», som troget återkommer, äfven om variationen af de öfver- och underliggande hvarfven ej är säkert igenkännbar. Tack vare nämnda hvarf ha profiler från undersökningsområdets västra del direkt kunnat konnekteras med sådana vid Ronneby, alltså på en sträcka af 75 km.

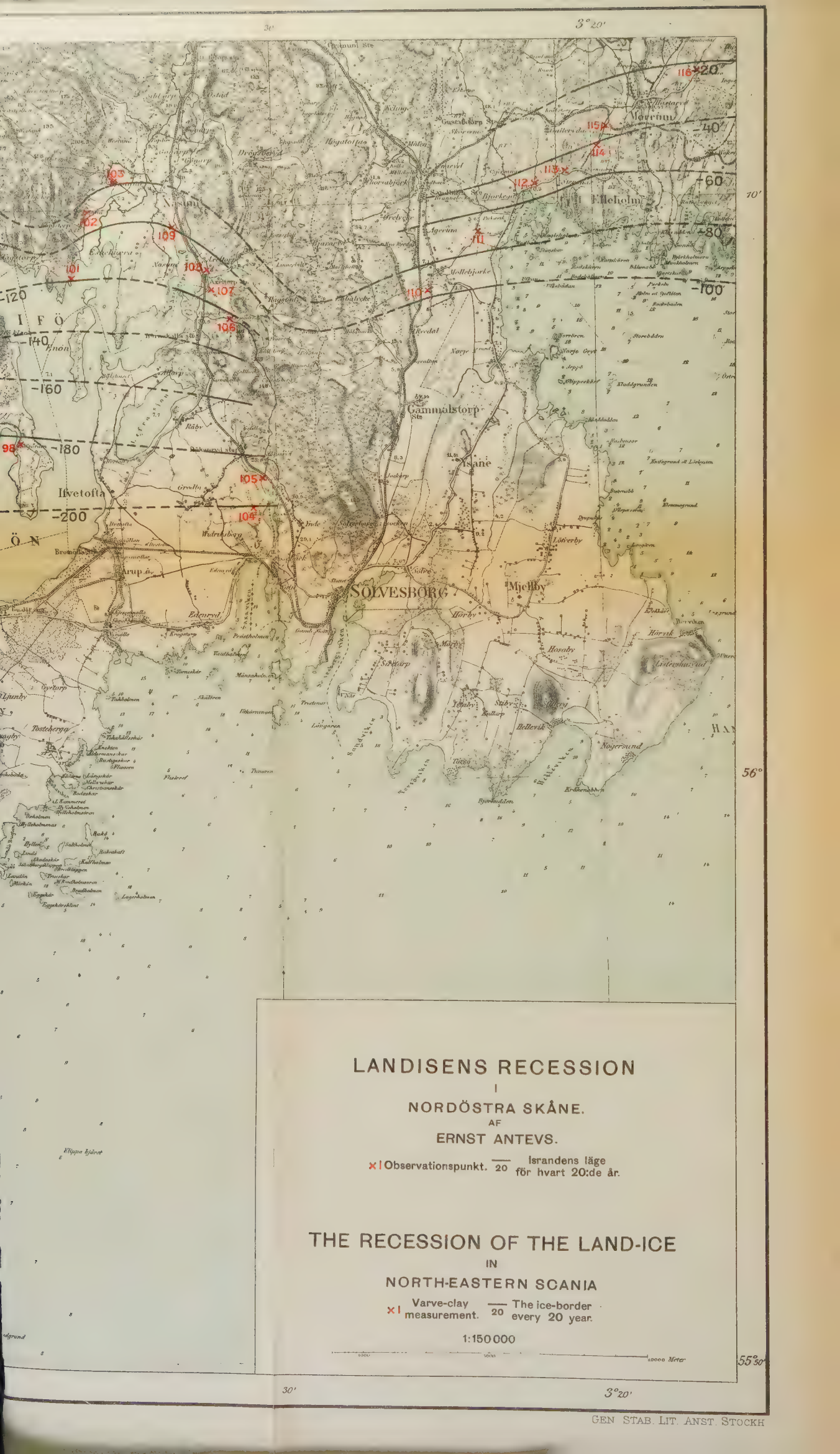
Anförd litteratur.

1. DE GEER, G. 1889. Beskrifning till kartbladet Bäckaskog. S. G. U. Ser. Aa. N:o 103.
2. — 1889. Beskrifning till kartbladen Vidtsköfle etc. Ibidem. N:is 105—107.
3. — 1914. Om naturhistoriska kartor öfver den baltiska dalen. Pop. Naturvet. Revy. H. ⁵/₆, p. 189.

10'

56'





Om Visingsö-kalkstenen vid Gränna.

Af

C. WIMAN.

Då jag fick se planscherna i WALCOTT's (5) nyligen utkomna arbete om en algonkisk algflora, erinrade jag mig en stuff af Visingsö-kalksten, som fil. lic. JOHN PALMGREN för en del år sedan insamlat vid Omberg och öfverlämnat till Geologiska Institutionen i Uppsala. Stuffen i fråga innehåller nämligen en bildning, fig. 2, som i hög grad liknar de föremål, som i anförda arbete tolkats såsom kalkbildningar, åstadkomna af sötvattensalger.

Innan jag öfvergår till Visingsö-kalkstenen, vill jag med några ord omnämna WALCOTT's undersökningar. De beskrifna och afbildade föremålen äro uppkomna genom en skiktvis skeende kalkafsöndring af alger. Bildningarna påminna också makroskopiskt i någon mån om stora kalkalger eller ännu mer om Stromatoporer, men förete i motsats mot dessa icke någon i egentlig mening organisk struktur, som ej heller är att vänta eller kan tänkas uppkomma vid kalkafsöndring på detta sätt. Den kolsyrade kalken är nämligen utfälld utanpå algerna, och kalkpartiklarna kunna således icke förete någon annan orientering än den, som afspeglar algkoloniens i sin helhet tillväxtzoner. Att emellertid föremålen verkligen äro bildade af alger, göres sannolikt däraf, att dr A. MANN i Washington vid mikroskopisk undersökning i desamma funnit

figurerade kroppar, som han återför på cellgrupper och cellrader af blågröna alger.

Bildningarna äro således fullständigt att jämföra med det slag af bleke, som C. WESENBERG-LUND redan 1901 (6) beskrifvit från danska insjöar såsom Cyanophycékalk. Jag erinrar mig också, att dr LARS KOLMODIN redan 1890 på Gottland visat mig på dylika recenta kalkalger. Ett par synnerligen vackra prof af Cyanophycékalk, hemförda från Gotland af L. v. POST finnas i museet i Uppsala. De äro så sköra, att de knappast tåla några manipulationer, men ett tvärsnitt ge-

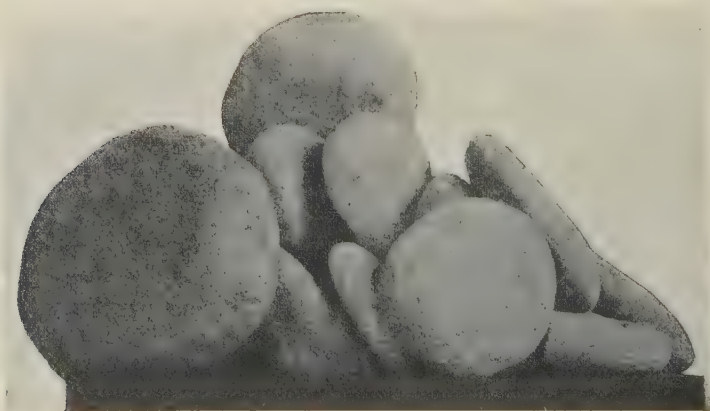


Fig. 1. Grupp af »water biscuits» från Squaw island i Canandaigua lake, söder om Ontario i New York. Efter J. CLARKE.

nom en af dessa af flera skikt bestående buckliga kalkskorpor skulle gifva en bild nära öfverensstämmande med WALCOTTS figurer. WALCOTT anställer också jämförelser med likartade recenta kalkbildningar (5, Pl. 4, fig. 1—4 och Pl. 5, fig. 1) s. k. Lake Balls. Därvid citeras också ett arbete af J. M. CLARKE (1), som beskrifvit ett slags »water biscuits», fig. 1, som äro så hållbara, att de, omhändertagna af vågrörelsen, kunnat bilda en afsevärd del af strandvallarna i det näs, som förbinder den lilla Squaw island i Canandaiguasjön med fastlandet. Hvad europeisk litteratur om algkalk i sötvatten be-

träffar, hänvisas till tredje kapitlet i BAUMAN, E: Die Vegetation des Untersees (Bodensee). Stuttgart 1911.

Det af PALMGREN funna fossilet — om man så får kalla det — i Grännakalken öfverensstämmer icke fullständigt med någon af WALCOTT's figurer, men liknar mest *Collenia occidentalis* DAWSON ur den algonkiska kalkstenen i Chuar terrane, Grand Canyon, Arizona. Den af PALMGREN hemförda stuffen består af en grå, tät, oren kalksten, på ena sidan, en skikt-



Fig. 2. Bildning liknande en skorpa af Cyanophycékalk i Visingsö-kalksten. De mörka strimmorna representera algkalken. Efter fotografi i naturlig storlek.

yta, öfverklädd med flera *mm* stora korn af kvarts och äfven fältspat. I ena ändan af den eljest likformigt gråa stuffen förekommer det i fig. 2 afbildade föremålet, bestående af alternerande mörka och ljusa lager, som äro likformigt böjda och parallella med hvarandra. Det är i detta fall de mörka lagren, som representera den förmodade algkalken. Under mikroskopet visar det sig nämligen, att de mörka lagren bestå af alldeles ren ytterst finkornig kalk, visserligen helt och hållet utan organisk struktur, men också fullständigt fri från mekaniska föroreningar. De ljusare lagren bestå till större

delen af samma finkorniga kalksubstans som de mörka lagren, men här förorenad, så att den dels blir grumligare och mindre genomskinlig och dels tätt fylld med små kantiga sandkorn. Hur tätt sandkornen än ligga i och vid kanterna af de ljusa lagren, och hur oregelbundet och vinkligt gränserna mellan de olika lagren än förlöpa, så förekommer aldrig något sandkorn i de mörka lagren. Samma sammansättning som de ljusa lagren har också bergarten i sin helhet, hvarför den förorenade ljusa kalken är att betrakta som grundmassa, det egentliga sedimentet.

Om nu den af mig föreslagna tolkningen är riktig, skulle förloppet vid fossilets bildning vara det, att algvegetationen med ty åtföljande kalkbildning var frodigast vid afbrott i sedimentationen, men hämmades vid tillfällen af rikare slamtillförsel eller öfver hufvud grundligare uppgrumling af vatten. Representera de mörka rena kalklagren ännu hela skorpor af algkalk, så torde nog också kalksubstansen i grundmassan ha samma ursprung och utgöras af detritus af på ett eller annat sätt upprifven algkalk, som på så vis blifvit uppblandad med sand och lerslam.

I själfva verket är den ofvan beskrifna bildningen icke något nytt, utan endast ett specialfall af den af A. G. NATHORST (3) redan 1879 beskrifna, regenererade kalksten, som är vanlig i rullstenar i Grännatrakten. Den upplysande egenomligheten hos den Palmgrenska stuffen består däri, att den innehåller ett ännu relativt helt parti af algkalk. I sitt ofvan anförda arbete talar NATHORST om lameller af renare bergart, som än ligga parallellt med skiktytorna, än åter bilda skarp vinkel mot dessa, än utgöra blott en mindre del af bergarten, än uppfylla densamma nästan fullständigt. Det hela gör intryck af att en gång bildade renare skikt uppdelats i små skifvor, som sedan åter inbäddats i sediment. Strukturen synes, såsom NATHORST också framhållit, bäst på vittrad yta och är särdeles i ögonen fallande på klapperstenar. Här antaga de renare algkalklamellerna vid vittring gul färg och

framträda, således i motsats mot å min figur, ljusa mot den mörka, gråa grundmassan. Algkalklamellerna äro äfven här i den regenererade kalkstenen fullkomligt fria från föroreningar, under det grundmassan företer samma föroreningar som i den ofvan beskrifna stuffen. NATHORST meddelar också (tafl. 15) en bild af en rullsten, som är tätare fylld af algkalklameller än någon jag funnit vid Grännastranden, hvarför jag hänvisar till denna figur. Man kan i kalkstenen vid Gränna iakttaga algkalklamellerna i alla sönderbrytningsstadier ända ned till små korn, som ofta ha bibehållit sin kantighet.



Fig. 3. Sandkorn, omgifna af algkalk, som återgifver sandkornens form. Teckning efter stark förstoring.

I ett något senare arbete (4) har NATHORST (sid. 429) från Visingsö omtalat en oolitisk kalkboll. Jag kan icke afgöra, om det är samma bergart, af hvilken jag på Grännastranden tillvaratagit en rullsten, som genom sin struktur ådrog sig min uppmärksamhet. Bergarten innehöll inga lameller, men i den vanliga gråa, orenera grundmassan lågo tätt såsom i en oolit små rundade på ytan gula korn, ungefär så stora som knapptnålshufvuden. Kornen bestå af den vanliga fullkomligt rena algkalken, de äro väl afrundade, och jag skulle icke tveka att betrakta dem såsom diminutiva rullstenar, om icke

här ock där låge ett algkalkkorn innehållande ett litet kantigt kvartskorn af alldeles samma beskaffenhet som sandkornen i grundmassan. De små kalkkornens yttre begränsning har, såsom synes af fig. 3, tagit intryck af det inneslutna sandkornets form, och detta förhållande blir lättare att förstå, om man får tänka sig, att sandkornet varit rundt om beklädt med kalkbildande alger. Äro de korn, som innesluta ett sandkorn bildade på detta sätt, så måste man också tänka sig möjligheten, att de öfriga algkalkkornen fått sin afrundade form omedelbart genom en liten algkoloni, som antingen icke varit fästad alls, utan legat fritt på botten eller också varit fästad på t. ex. en redan förefintlig algkalksmula. Ha således kalkkornen hufvudsakligen fått sin form genom att vara bildade af en liten algkoloni, torde bergarten lämpligen betecknas såsom en oolit, då ett af de flera sätt, på hvilka oolit bildas, just består däri. att en kalkalg bildar ett romliknande korn.

Man kan emellertid också tänka sig, att de korn af algkalk, som icke innehålla något sandkorn, fått sin form genom att rullas. De ligga ju i grundmassan, och det torde väl också vara sannolikt, att fragment af algkalklameller lätt afrundas genom sedimentmaterialets rörelse. För öfrigt behöfva de båda tolkningarna icke helt utesluta hvarandra.

Slutligen förekomma på Grännastranden också rullstenar med vanliga algkalklameller, men med en grundmassa af den ofvan beskrifna oolitiska bergarten.

Sedan ofvanstående redan var korrekturläst, erinrade mig professor HÖGBOM om, att det vore af intresse att veta, om algkalklamellerna innehölle magnesia. Jag har därför vändt mig till doktor NAIMA SAHLBOM, som haft godheten utföra ett par analyser.

Prof I utgjordes af en utpreparerad algkalklamell, som jag så vidt möjligt befriat från grundmassa. De lameller, som äro så tjocka, att de kunna prepareras ut, äro emellertid icke enhetliga, och jag hade också på förhand väntat en afsevärd

olöslig återstod, bestående till stor del af kvarts. Af profvet digererades 0,5001 gram torkadt pulver under 48 timmar med kall 1,5-procentig HCl.

Prof II. Som jag i de stuffer af lamellkalksten, som stå till mitt förfogande, icke kunde uppdrifva något parti af grundmassan, fritt från fragment af algkalklameller, nödgades jag taga analysmaterial ur en kalksten alldeles fri från lameller. Denna bergart hade emellertid äfven under mikroskopet alldeles samma utseende som grundmassan i den lamellförande icke oolitiska kalkstenen. Af profvet digererades 0.2041 gram torkadt pulver under 40 timmar med 1.5-procentig HCl.

Analyserna lämnade följande resultat:

	I. Algkalk	II. Grundmassa
SiO ₂	0,44 %	— %
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	8,20 »	—
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃ + SiO ₂	— »	1,81 »
CaO	17,78 »	33,17 »
MgO	8,53 »	0,39
Glödningsförlust (CO ₂ + + H ₂ O)	28,56 »	27,11 »
Olöst återstod	34,82(20,58SiO ₂)	34,84(24,50SiO ₂)
	Summa 98,33	97,32

Under det således kalkstenens grundmassa innehåller obetydligt magnesia, förete algkalklamellerna en halt af magnesia, som alltefter hvar man lägger gränsen, närmar sig eller når upp till normaldolomitens magnesiahalt.

Den stora kontrasten i sammansättning mellan algkalklamellerna och grundmassan talar ju för, att magnesiahalten är primär, ty det är ju svårt att föreställa sig en dolomitisering, som skulle ha drabbat algkalklamellerna, men icke den grundmassa af kalksten, i hvilken dessa ligga inbäddade.

Men ha nu algkalklamellerna en grundväsentligt och primärt annan sammansättning än sedimentet, så tyder detta

också på ett annat bildningssätt, t. ex. just genom förmedling af alger.

Magnesihalten är äfven för en algkalk synnerligen hög. Hos de särskildt magnesarika marina Lithothamnierna går halten af magnesiumkarbonat enligt HÖGBOM (2, sid. 272) icke upp till en sjättedel af halten af kalciumkarbonat. Lithothamniekalken vid Wien innehåller 2,20 % magnesiumkarbonat mot 90,82 % kalciumkarbonat, under det att algkalkklamellerna i Grännakalkstenen innehålla 17,91 % magnesiumkarbonat mot 31,75 % kalciumkarbonat. Ett par andra marina kalkalger (2, sid. 273), *Penicillus* sp. och *Halimeda* sp, innehålla endast spår af magnesiumkarbonat.

Af algkalk, bildad af sötvattensalger, anför HÖGBOM endast en analys, af en *Rivolaria* sp., och denna innehåller endast 0,69 % magnesiumkarbonat mot 84,88 % kalciumkarbonat. Då man emellertid numera vet, att bleke i stor utsträckning bildas af alger, torde man kunna anföra den omständigheten, att denna bergart icke innehåller några afsevärda mängder magnesia, såsom ett bevis för att algkalk, bildad af sötvattensalger, icke brukar vara magnesarik. WALCOTT anför ett par analyser af den algonkiska *Camasia spongiosa*, i hvilken magnesihalten också är obetydlig.

På grund af den dock relativa likheten i magnesiashalt med de marina Lithothamnierna skulle man kunna tänka sig den möjligheten, att algkalkklamellerna i Grännakalken snarast skulle vara marina. En sådan slutsats torde dock vara förhastad, ty dels äro Lithothamnierna icke såsom kalkbildare fullt kommensurabla med t. ex. Cyanophycéerna — Lithothamnierna upptaga karbonaten i sina väfnader och gifva dem härigenom också en organisk struktur, hvilket icke är förhållandet med Cyanophycéerna — och dels finnes det, såsom ofvan anføres, äfven marina kalkalger utan afsevärd magnesiashalt.

Angående Visingsöformationens ålder och natur för öfrigt torde ej heller af detta fynd några säkra slutsatser kunna

dragas. WALCOTT anser på grund af de kalkbildande Cyano-phycéernas förekomst i de algonkiska lagren dessa vara söt-vattensbildningar. Om detta kunde tillämpas på Visingsö-formationen, så skulle man återkomma till äldre tiders teori om ett större Vätterbäcken, samtidigt med denna formations bildning och innehållande sött vatten. Ehuru åtskilligt, t. ex. den nästan fullständiga saknaden af fossil, talar i samma riktning, torde det dock ännu icke vara möjligt bilda sig någon uppfattning härom.

Om Cyanophycékalk förekommer i likartade former dels i algonkiska och dels i nutida bildningar, så kan den icke lämna något bidrag till en åldersbestämning.

Citerad litteratur.

1. CLARKE, J. M. The water biscuit of Squaw Island, Canandaigua Lake, N. Y. Bull. N. Y. State Mus. No. 39. Vol. 8. Sid. 195. Albany. 1900.
2. HÖGBOM, A. G. Über Dolomitbildung und dolomitische Kalkorganismen. Neues Jahrb. für Min. Geol. und. Pal. Jahrg. 1894. Bd. 1. Sid. 262.
3. NATHORST, A. G. En egendomlig strukturvarietet af lerhaltig kalksten från Grennatrakten. Geol. Fören. Förh. Bd. 4. Sid. 213. Stockholm. 1879.
4. NATHORST, A. G. Om de äldre sandstens- och skifferbildningarna vid Vettern. Ibid. Sid. 421. Stockholm. 1879.
5. WALCOTT, CH. D. No. 2. Pre-Cambrian Algonkian Algal Flora. Cambrian Geology and Palæontology III. Smiths. Misc. Coll. Vol. 64. Nr 2. Sid. 77. Washington 1914.
6. WESENBERG-LUND, C. Studier over Søkalk, Bønnemalm og Søgytje i danske Indseer. Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening. Nr. 7. Sid. 1. København 1901.

Einige Bemerkungen über *Cycadopteris Brauniana* Zigno und *C. Zeilleri* n. sp.

Von

ERNST ANTEVS.

(Hierzu Taf. 8)

Seitdem ZIGNO (1868, p. 155) *Cycadopteris Brauniana* auf Pflanzenfossilien aus dem Jura Norditaliens begründete, hat sie die Aufmerksamkeit der Paläobotaniker durch einige Eigentümlichkeiten der Epidermisstruktur auf sich gelenkt. Da indessen die Auslegungen derselben, welche erteilt worden sind, sich nicht wohl zusammenreimen lassen mit in späteren Jahren gemachten Erfahrungen, dürften folgende Bemerkungen von Interesse sein.

Da ZIGNO in seiner Beschreibung von *C. Brauniana* die Spaltöffnungstaschen als Sori deutete, die natürlich nicht bei allen Exemplaren zu finden zu sein brauchten, wurde der Artbegriff bald genug schwankend (SCHIMPER 1869, p. 473; SARTORI 1873, p. 421). Und ganz kürzlich hat Frau GRANDORI (1913, p. 103) die Art mit mehreren anderen der Gattungen *Cycadopteris*, *Lomatopteris* und *Thinnfeldia* unter dem gemeinsamen Namen *Lomatopteris jurensis* (KURR) SCHIMP. zusammengeführt. Aus dem Nachstehenden dürfte indirekt das Unberechtigte dieser Erweiterungen des Artbegriffes deutlich hervorgehen, und ich lasse mich daher nicht auf eine Kritik der-

selben ein. Hier werde ich demnach nur bei dem Blatttypus, auf welchen ZIGNO die Art begründete, und einem damit allgemein identifizierten, mit anderen Worten bei den beiden Blattformen verweilen, von welchen ZEILLER (1882, p. 226) eine so vorzügliche Erläuterung geliefert hat.

Bekanntlich sind die Blätter der genannten Formen lanzettlich oval, einmal gefiedert und mit beinahe gegenständigen bis gegenständigen Fiederchen. Die Fiederchen sind linear, gerade, ein wenig vorwärtsgerichtet und mit rundlicher Spitze. Sie sind mit breiter Basis befestigt und etwas herablaufend. An der Unterseite der Fiederchen finden sich in der Cuticula Taschen mit einem dünneren Gewebe. Im übrigen ist diese an der Ober- wie Unterseite der Blätter besonders dick und fest. Der Sachverhalt, dass die dicke Cuticula der Oberseite an der Unterseite herabläuft, dürfte dafür sprechen, dass die Lappen einen elliptischen Querschnitt besaßen und wahrscheinlich sukkulent waren. In den erwähnten Taschen an der Unterseite der Fiederchen kommen Spaltöffnungen zahlreich vor, aber im übrigen fehlen solche gänzlich. Die Aderung ist nicht zu unterscheiden. Dies sind die für beide Blatttypen gemeinsamen Charaktere. Der wesentliche Unterschied zwischen denselben liegt in der Beschaffenheit der genannten Spaltöffnungstaschen. Bei dem einen Typus, welchem ZIGNO's sämtliche Original Exemplare anzugehören scheinen, sind die erwähnten Taschen länglich und erstrecken sich von der Mittelpartie der Lappen schräg vorwärts auf den Rand derselben zu (Fig. 2, 5, 9). Bei dem anderen dagegen findet sich eine zusammenhängende, spaltöffnungsführende Furche, die ein Stück innerhalb des Blattrandes mit demselben parallel läuft (Fig. 1, 8). Ausser diesem Unterschied zeigten die ZEILLER (1882, p. 226) zu Gebote stehenden Exemplare des ersteren Typus lockere, die des letzteren dichtstehende Fiederchen. Dieser letztere Unterschied scheint doch nicht völlig durchgängig zu sein. So besitzen zwei der Exemplare (Fig. 2, 3) des Reichsmuseums mit getrennten Spaltöffnungs-

taschen ziemlich dichte Fiederchen, und Frau GRANDORI [1913, Taf. 8, (4), Fig. 40] hat ein dem anderen Typus angehörendes abgebildet, das ganz lockere Lappen hat.

ZIGNO deutete wie bereits nebenbei erwähnt die kleinen getrennten spaltöffnungsführenden Taschen als Sori. Ohne für unmöglich zu halten, dass diese Taschen gleichzeitig Sitz für Spaltöffnungen und Sori waren, ist ZEILLER (1882, p. 229; 1900, p. 98) mehr geneigt die in Rede stehenden Blätter als steril anzusehen und die entsprechenden fertilen in denjenigen mit einer zusammenhängenden Spaltöffnungsfurche zu sehen. Bei diesen letzteren fand er nämlich in dem dünnen spaltöffnungsführenden Gewebe kleine Knötchen von welchen man denken könnte, dass sie die Ansatzstellen der Sori bildeten. Von den Sori selbst war nichts zu bemerken. Die Identität der beiden Blattformen hält er für bewiesen durch die vollständige Übereinstimmung der Epidermisstruktur. In einer Arbeit späteren Datums betrachtet ZEILLER (1907, p. 195) *Cycadopteris* als eine in systematischer Hinsicht ungewisse Gattung und scheint demnach seine früher ausgesprochene Auffassung aufgegeben zu haben.

Später hat Frau GRANDORI (1913, p. 103) wie erwähnt eine erneute Untersuchung dieser Blätter vorgenommen. Sie hält sie für Farne, da sie aber ebenso wenig bei dem einen wie bei dem anderen Typus irgendwelche Sori fand auch nur mutmassliche Basalzellen von solchen, sieht sie beide als steril an. Das Fehlen von Fruktifikationsorganen hält sie für leicht erklärlich, da die in Rede stehenden Blätter nach ihrer Meinung wahrscheinlich jüngere Stadien von doppelt gefiederten solchen repräsentieren. Sie denkt sich folgende Entwicklungskette. Am jüngsten sind die Blätter mit getrennten Spaltöffnungstaschen. Aus diesen entwickelt sich die andere Blattform durch Fusion der Taschen zu einer zusammenhängenden Furche und aus diesen Blättern wiederum die doppelt gefiederten.

Heutzutage, wo man nicht ohne positive Gründe fossile

Pflanzen in rezente Pflanzengruppen einreicht, dürfte man die hier bezweckten nicht zu solchen rechnen dürfen, und zwar speziell nicht zu den Farnen, die am nächsten in Frage kommen.

In einem früheren Aufsatz habe ich (1914, p. 18) zu zeigen versucht, dass *Thinnfeldia* und nahestehende Gattungen nicht gern zu einer der rezenten Pflanzengruppen zu rechnen sind. Auf den genannten Aufsatz verweisend, will ich hier nur die Punkte hervorheben, auf welche ich mich bei der Behandlung der in Rede stehenden Pflanzen im Verhältnis zu den Farnen hauptsächlich stützte. Der wichtigste Unterschied ist das vollständige Fehlen von undisputablen Sori. Andere wichtige Punkte sind der allgemeine Habitus der Blätter, die Konsistenz derselben sowie die Struktur der Epidermis und der Spaltöffnungen.

Als ein wichtiger Unterschied zwischen den Spaltöffnungen bei den soeben genannten Pflanzen und rezenten Farnen, hob ich hervor, dass die Schliesszellen der ersteren stets tiefer oder seichter eingesenkt sind. Zu einem nicht unwesentlichen Teil ist der Grad der Einsenkung des Spaltöffnungsapparats, womit die Grösse der Öffnung zwischen den Nebenzellen zusammenhängt, durch die Dicke der Cuticula bestimmt. Da diese bei den in Rede stehenden Blattformen von *Cycadopteris* höchst unbedeutend ist, liegen die Schliesszellen nur wenig gesenkt. Ein in der Cuticula deutlich hervortretender Unterschied von den Spaltöffnungen bei einigen rezenten Farnen mit besonders xerophilem Spaltöffnungsapparat (siehe ANTEVS 1914, p. 19; Taf. 3, Fig. 8, 9) ist demnach hier nicht vorhanden. Im übrigen passt alles, was bei der Besprechung der systematischen Stellung von *Thinnfeldia* gesagt ist, auch auf *Cycadopteris*, und diese dürfte demnach am nächsten wenn nicht zu den Pteridospermen so doch zu einer anderen ausgestorbenen denselben nahestehenden Pflanzengruppe zu führen sein.

Wie erwähnt fand ZEILLER bei dem einen Blatttypus kleine Knötchen, welche er geneigt war als Ansatzstellen der Sori

anzusehen. Derartige Bildungen habe ich auch bei dem anderen Blattpus gefunden. Sie haben mutmasslich Ansatzstellen für Härchen gebildet, da ja solche bekanntlich allgemein mit diesen vergleichbare Höhlungen und Vertiefungen zu bekleiden pflegen.

Bei einer unserer Diskussionen über die Umgestaltungen der Blätter und der Cuticula während der Entwicklung der Blätter, warf Herr Dozent T. G. HALLE die Vermutung auf, dass das in der Paläobotanik so gewöhnliche Gerede von jüngeren und älteren, unentwickelten und entwickelten Blättern sicherlich in einer grossen Anzahl Fälle unberechtigt sei. Er hob hervor, dass die Blätter, wie bekannt, verhältnismässig sehr rasch auswachsen und ihre volle Grösse erreichen, wie auch, dass es nur Blätter sind, die ihre volle Entwicklung erreicht und ihren Zweck erfüllt haben, die unter normalen Verhältnissen abfallen. Eine weitere Stütze für die Richtigkeit der Auffassung Dr. HALLE's liegt in dem bekannten Verhältnis, dass die Konsistenz und die Epidermisstruktur bei den fossilen als jung und unentwickelt recht allgemein aufgefassten Blättern vollkommen ebenso ist wie bei so genannten entwickelten. Auch die ersteren haben ihre volle Ausbildung erreicht; diese repräsentiert nur ein niedrigeres Entwicklungsstadium. Die Variation in Grösse und Entwicklungsgrad bei fossilen Blättern will Dr. HALLE demnach in erster Linie durch die ungleiche Stellung derselben am Spross erklären. Dies aus Anlass von Frau GRANDORI's Weise die Sache zu sehen. — Gegenüber ihrer Annahme im übrigen (1913, pp. 107, 110), dass die zusammenhängende Spaltöffnungsfurche sich durch Fusion der getrennten Spaltöffnungstaschen gebildet habe, möchte ich betonen, dass sie gegen die Erfahrung spricht, während sie gleichzeitig unter theoretischem Gesichtspunkt weniger glücklich ist. Folgender Sachverhalt dürfte im übrigen beweisen, dass sie nicht stichhaltig ist. — Mir stehen einige hübsche Blätter von verschiedenen Grössen beiden Typen angehörend zu Gebote. Sie liegen in einem feinen Kalkstein eingebettet, der alle Konturen mit voller Deutlichkeit hervor-

treten lässt. Von denselben zeigen einige ganz kleine Blätter mit Lappen, die nur unbedeutend länger sind, als sie breit sind, gerade so charakteristische Spaltöffnungstaschen von beiden Typen wie grössere solche (siehe die Tafel).

Bei den Blatttypen mit getrennten Spaltöffnungstaschen glaubte ZIGNO eine riesige Mittelader und ungeheuer breite, einfache oder dichotomische Seitenadern zu unterscheiden. Ohne irgendwie bezweifeln zu wollen, dass die Seitenadern — wenn solche nun vorhanden sind — wirklich zwischen den Spaltöffnungstaschen laufen, was vielleicht rein theoretisch das wahrscheinliche ist, glaube ich doch, dass man berechtigt ist in Bezug auf die Richtigkeit der Auffassung ZIGNO's Zweifel zu hegen. Ein Blick auf seine Zeichnungen (1868, Taf. 16, Fig. 3, 5) zeigt nämlich, dass er zweifellos die dickeren Cuticularstreifen der Unterseite als Adern aufgefasst hat. Dies dürfte die Erklärung dafür sein, dass keiner ausser ZIGNO die »Aderung« dieser Blätter wahrgenommen hat. — Dass die Struktur der Cuticula von den Adern ihr Gepräge erhalten hat, und dass dieselbe demnach ihrerseits den Verlauf der letzteren direkt angibt, ist schon a priori äusserst unwahrscheinlich. Nimmt man solche Mitteladern aus, die neben die Rhachis zu stellen sind, so werden die Adern in der Cuticula, so weit meine Erfahrung reicht, hauptsächlich durch ein Band mit mehr oder weniger länglichen Zellen und ohne Spaltöffnungen gekennzeichnet. In der Mehrzahl Fälle besitzen diese Zellen dieselbe Cutinisierung wie die Cuticula im übrigen, aber zuweilen sind sie etwas dünnwandiger. Obwohl es natürlich auch denkbar ist, dass sie eine kräftigere Cutinisierung besitzen können, kenne ich doch kein Beispiel hiervon. Was nun die in Rede stehenden Blätter anbelangt, so besitzt die Cuticula an der Mitte der Lappen etwas längliche oder isodiametrische Zellen und die stärker cutinisierten Partien, die zwischen den Spaltöffnungstaschen liegen, isodiametrische solche (Fig. 7). In der Struktur der Cuticula liegt demnach keine Stütze für ZIGNO's Auffassung. Wahrscheinlicher ist

daher, dass die Adern wie im allgemeinen bei sukkulenten wie auch bei lederartigen Blättern — wenn man nun mehr geneigt ist die in Rede stehenden Blätter als solche anzusehen — relativ dünn waren. Auch bei den Blättern mit zusammenhängender Spaltöffnungsfurche scheint sich nichts zu finden, was den Verlauf der Adern angibt, obwohl die dünnere und zartere Cuticula, welche die Furchen bekleidet, allem Anschein nach dickere Adern deutlich hätte hervortreten lassen müssen.

Aus dem Gesagten dürfte hervorgehen, dass die beiden Blatttypen, die hier besprochen sind, nicht wohl zu einer und derselben Art hingeführt werden können. Man kann sich ebenso wenig denken, dass sich der eine aus dem anderen entwickelt, wie man Grund hat Heterophyllie anzunehmen; eine Übereinstimmung in der Epidermisstruktur bildet kein Kriterium für Identität. *Cycadopteris Brauniana* in beschränktem Sinne dürfte die Blätter mit getrennten Spaltöffnungstaschen umfassen, zu welchem Blatttypus wie erwähnt alle Zigno's Original Exemplare zu führen zu sein scheinen. Für den Blatttypus mit einer zusammenhängenden Spaltöffnungsfurche möchte ich den Namen *Cycadopteris Zeilleri* vorschlagen.

Recht grosses Gewicht muss bei der Begrenzung der Arten auf den Habitus der Blätter gelegt werden, denn Beispiele von vergleichbaren Spaltöffnungstaschen bei anderen Blattformen fehlen nicht ganz. So hat SALFELD (1907, Taf. 21, Fig. 17) als *Lomatopteris jurensis* einen Blattlappen abgebildet, der an der Unterseite einen sehr markierten dicken Rand und eine ebensolche Mittelpartie besitzt. Dieser zeigt demnach möglicherweise dieselbe Eigentümlichkeit wie *C. Zeilleri*. — Bei einem Fragment, das ich (1914, p. 47) mit einigem Bedenken zu *Stenopteris* geführt habe, habe ich ein ähnliches Verhältnis beschrieben, obwohl hier sowohl die Ober-

wie die Unterseite des Blattes ein Spaltöffnungsfeld mit dünnerer Cuticula besitzt.

Hier ist nicht der Ort darauf einzugehen, welche von verschiedenen Verfassern beschriebenen Exemplare zur einen oder zur anderen Art zu führen sind. Wenn ein Abdruck von der Unterseite vorliegt, ist das Aussondern eine Kleinigkeit. Steht dagegen nur ein Abdruck der oberen Seite zu Gebote, so ist dies vielleicht nicht immer tunlich. Eine Zerteilung ist doch darum nicht weniger berechtigt, da ja ein bestimmter Unterschied vorhanden ist, und da ein Zusammenführen unter anderem zu einer theoretisch fehlerhaften Auffassung von der Bedeutung würde führen können, die man der Struktur der Cuticula in systematischer Hinsicht beimessen kann und soll.

So weit meine Literaturstudien sich erstrecken, sind die beiden Arten nur im Jura Norditaliens und möglicherweise in dem der Schweiz (HEER 1879, p. 161) angetroffen worden. — Die Exemplare, die in den Sammlungen des Naturhistorischen Reichsmuseums zu Stockholm vorliegen, sind von Crespadoro in Vicenza und Pernigotti in Verona. Von letzterer Lokalität liegt doch nur ein Exemplar von *C. Zeilleri* vor, nämlich Fig. 8.

Zitierte Literatur.

- ANTEVS, E. 1914. Die Gattungen *Thinnfeldia* Ett. und *Dicroïdium* Goth. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd 51. Nr. 6.
- GRANDORI, LUIGIA. 1913. La Flora dei Calcari Grigi del Veneto. Parte 1. Padova.
- HEER, O. 1879. Die Urwelt der Schweiz. Zürich.
- SALFELD, H. 1907. Fossile Landpflanzen der Rät- und Juraformation Südwestdeutschlands. Paläontographica. Bd. 54, p. 161. Stuttgart.
- SAPORTA, G. DE. 1873. Plantes jurassiques. Pal. Franç. 2^e sér. Végétaux. T. 1. Paris.
- SCHIMPER, W. P. 1869. Traité de paléontologie végétale. T. 1. Paris.

- ZEILLER, R. 1882. Observations sur quelques cuticules fossiles. Ann. sc. nat., 6^e sér., Bot., 13, p. 217. Paris.
- 1900. Eléments de Paléobotanique. Paris.
- 1907. Les Progrès de la Paléobotanique de l'ère des Gymnospermes. Progr. Rei Botan. Bd. 2, pp. 171—226. Jena.
- ZIGNO, A. DE. 1856—1868. Flora fossilis formationis oolithicae. Vol. 1. Padova.

Erklärung der Tafel.

(Wo nicht anders angegeben, sind die Abbildungen in natürlicher Grösse dargestellt.)

Cycadopteris Zeilleri n. sp.

- Fig. 1, 8. Zum grössten Teil Abdruck der Unterseite, die charakteristische Spaltöffnungsfurche zeigend.
- » 6. Partie der oberen Cuticula (Exemplar Fig. 1), $100/1$.

Cycadopteris Brauniana ZIGNO.

- Fig. 2. Ein Exemplar mit recht dichten Fiederchen. Grösstenteils Abdruck der Unterseite, die kleinen Spaltöffnungstaschen zeigend.
- » 3. Ein anderes Exemplar mit recht dichten Fiederchen.
- » 4. Partie der Epidermis einer Spaltöffnungstasche mit Spaltöffnung (Exemplar Fig. 2), $300/1$.
- » 5. Die untere Cuticula eines Fiederchens (Exemplar Fig. 2). Die hellen Partien sind die Spaltöffnungstaschen. $3/1$.
- » 7. Partie des mittleren Teiles der unteren Cuticula eines Lappens (Exemplar Fig. 2), $30/1$.
- » 9. Abdruck der Unterseite, die Spaltöffnungstaschen zeigend. Typisches Exemplar.



Th. Ekblom del. et phot.

Cederquists Graf. A.-B., Stilm.

Ein archaisches Konglomeratvorkommen bei Lavia in Finnland.

Von

EERO MÄKINEN.

In der bottnischen Sedimentformation im südlichen Finnland kommen an mehreren Stellen Lager von echtem epiklastischem Konglomerat vor, welche in den Arbeiten von SEDERHOLM über die genannte Formation beschrieben worden sind.¹ Weil die Gerölle in diesen Konglomeratlagern ausschliesslich aus superkrustalen Erguss- und Sedimentgesteinen bestehen, und sichere Tiefengesteine, als Beweise für eine tiefere Denudation, fehlen, so sind die Konglomeratlager folglich als intraformationär gedeutet worden, und ihre Bildung soll nur einer kurzen Erosionsphase in der Sedimentationsserie entsprechen. Während des Sommers 1913 untersuchte ich im nördlichen Teil des Kirchspiels Lavia zwei Konglomeratlager,² deren Gerölle anscheinend den Habitus eines Tiefengesteines besitzen. Eine nähere Untersuchung zeigte jedoch, dass die Gerölle auch hier wahrscheinlich aus einem superkrustalen Gestein (Lavalit) bestehen. Die folgende Untersuchung beabsichtigt, diese Konglomeratvorkommen und die mit ihnen zusammenhängenden geologischen Verhältnisse der Gegend zu erklären.

Die Gesteine können in folgende Gruppen verteilt werden:

¹ J. J. SEDERHOLM: Über eine archaische Sedimentformation im südwestlichen Finnland. Bull. de la Comm. géol. de Finlande. No 6, 1897, und: Geologisk Öfversiktskarta öfver Finland. Sektionen B 2 Tammerfors. Beskrifning till bergartskartan. 1911.

² Das eine derselben wurde von SEDERHOLM kurz erwähnt (Eine arch. Sedim.-form. S. 54).

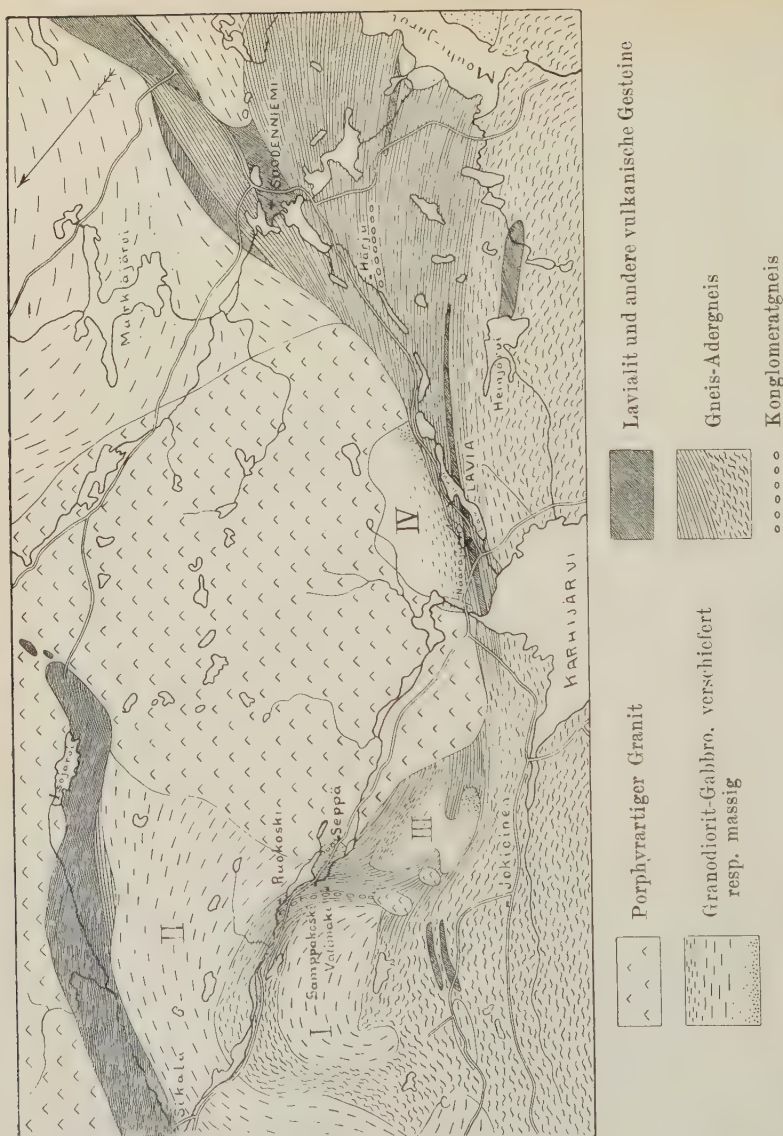


Fig. 1. Übersichtskarte des Gesteinsbodens im nördlichen Lavia und in angrenzenden Teilen von Kankaanpää und Suodenjoki. Wesentlich nach Sederholm. Masstab: 1:200 000.

1. Superkrustale Gesteine sedimentären und vulkanischen Ursprungs.
2. Tiefengesteine, bestehend aus einer Übergangsreihe von Granodiorit zu Gabbro mit zugehörigen Ganggesteinen.

3. Ein grober, porphyrartiger Granit mit untergeordneten mittelkörnigen und pegmatitischen Modifikationen.

Die Gruppe 2 entspricht den präbotttnischen Graniten, Dioriten und Peridotiten SEDERHOLM's, die Gruppe 3 dem postbotttnischen Granit. Obgleich SEDERHOLM in seinen Arbeiten schon petrographische Beschreibungen von den verschiedenen Gliedern der botttnischen Formation gegeben hat, ist es doch notwendig, die petrographischen Eigenschaften der Gesteine in diesem speziellen Gebiet hier nochmals zu erörtern.

Die Paragneise.

Die superkrustalen sedimentären Gesteine sind *Glimmer- und Hornblendegneise*, die ihrer mineralogischen Zusammensetzung gemäss zu der III. Gruppe der Grubenmannschen Systematik gehören. Untergeordnet kommen auch Gesteine der IV. Gruppe vor.

Am verbreitetsten sind die *Glimmergneise*. Die wesentlichen Bestandteile derselben sind *Quarz*, *Plagioklas* und brauner *Biotit*. Gemeine grüne *Hornblende* ist nur in geringen Mengen anwesend oder fehlt vollständig. Der Gehalt an *Mikroklin* ist gelegentlich merklich, aber immer gegen *Plagioklas* untergeordnet und öfters minimal. Der *Muscovit* ist auch nur gelegentlich anwesend; sein Vorkommen ist dazu oft deutlich von sekundärer Natur und an die pneumatolytische Metamorphose seitens der Pegmatitgänge gebunden. Die akzessorischen Bestandteile sind *Titanit*, *Apatit* und *Erzkörner*. Der *Plagioklas* ist meistens Oligoklas von der Zusammensetzung $An_{20}-An_{30}$. — Die Struktur ist normal granoblastisch und die Textur makroskopisch immer schiefrig, u. d. M. entweder kristallisationsschiefrig oder auch massig. Durch die Anreicherung der Hornblende gehen die Glimmergneise in *Hornblendegneise* über, die weniger Quarz und Biotit und meistens gar keinen Mikroklin oder Muscovit enthalten. Der Plagioklas ist hier reicher an Anorthit, meistens ein Andesin (bis An_{46}).

Die Struktur ist auch hier granoblastisch, die schiefrige Textur im allgemeinen deutlich. Dass diese Gesteine nicht Eruptivderivate, sondern ursprüngliche Sedimente sind, ist deutlich, indem sie oft entweder eine konkordante oder eine diagonale Lagerstruktur und Schichtung besitzen. Solche primäre Züge sind natürlich verwischt, wo die Gesteine durch Injektionsmetamorphose verändert worden sind. An dieser Metamorphose haben sich sowohl die Diorite als der porphyrartige Granit beteiligt, so dass grosse Gebiete als Adergneise bezeichnet werden können.

Der Lavalit.

SEDERHOLM beschreibt das makroskopische Aussehen dieses Gesteins wie folgt:

Der typische Lavalit ist ein porphyroidisches Gestein, welches zahlreiche dicht an einander liegende, meistens nur c. 5 mm im Durchschnitt messende Krystalle von Plagioklas in einer glimmer- oder hornblendereichen, schiefrigen Masse enthält. Diese Krystalle treten an der von den Atmosphärlilien schwach angegriffenen Oberfläche der Felsen in Hochrelief hervor und zeigen dann noch, obgleich sie von Interpositionen neugebildeter Mineralien überfüllt sind, eine recht deutliche Krystallbegrenzung. Das Gestein zeigt meistens keinerlei Erscheinungen, welche als Schichtung gedeutet werden könnten, sondern macht, wenn man von der sekundären Schieferung absieht, ganz den Eindruck eines Massengesteins.»¹

Sederholm hat (l. c.) das Gestein und seine Metamorphose auch nach mikroskopischer Untersuchung beschrieben und fasst es als ein ursprüngliches Eruptivgestein (Effusivgestein) oder einen zu einem solchen gehörigen Tuff auf. Er hat die abweichende Zusammensetzung und besonders den Quarzgehalt in einigen sehr stark metamorphosierten Gliedern für sekundär angesehen. Die Variationen in der Zusammensetzung

¹ »Eine arch. Sedimentformation«, l. c., S. 153.

zeigen meines Erachtens eine solche Regelmässigkeit, dass sie als primär anzusehen sind, und dass die verschiedenen Glieder eine Reihe bilden, welche sehr gut einer Differentiationsreihe dioritischer Gesteine entspricht. Ich werde im folgenden den Lokalnamen Lavialit in einer solchen erweiterten Bedeutung anwenden.

Die Variationen in der Mineralzusammensetzung mögen durch die Beispiele in der Tabelle I hier unten erläutert werden. Die Gesteine sind nach zunehmendem An-Gehalt des Plagioklases geordnet, weil der Plagioklas durchgehends der herrschende Bestandteil (c. 50 %) und dazu das einzige seiner Zusammensetzung nach zahlenmässig bestimmbare Mineral ist.

Tab. I.

	Plagioklas	Quarz	Mikroklin	Biotit	Hornblende
1.	10—18 % An	reichlich	reichlich	reichlich	fehlt
2.	30 % »	»	merklich	»	wenig
3.	38—40 % »	wenig	fehlt	»	merklich
4.	42 % »	merklich	»	»	fehlt
5.	42—46 % »	»	»	merklich	merklich
6.	44—54 % »	wenig	»	wenig	reichlich
7.	52—56 % »	»	wenig	»	»
8.	87—90 % »	»	fehlt	reichlich	wenig
9.	87—90 % »	»	wenig	»	reichlich

1. SW von dem See Hahmajärvi, Kirchspiel Mouhijärvi.
2. SE von dem See Kortetjärvi, Kirchspiel Mouhijärvi.
3. N von Dorf Hyynilä, Kirchspiel Mouhijärvi.
4. An dem südöstlichen Ende des Sees Lavijärvi, Kirchspiel Lavia.

5. Westlich von der Kirche, Kirchspiel Lavia.
6. Östlich vom Dorfe Hyynilä, Kirchspiel Mouhijärvi.
7. = 4, Kirchspiel Lavia.
8. Östlich vom Heinijärvi, Kirchspiel Suodenniemi.
9. Gerölle im Konglomerat, bei Harju, Kirchspiel Suodenniemi.

Ein Vergleich mit der Tabelle II auf S. 396 zeigt, dass der Lavialit wirklich eine dem Granodiorit-Gabbro sehr ähnliche Gesteinsreihe umfasst. Diese Ähnlichkeit wird weiter auf S. 416 behandelt.

Der Plagioklas kommt in zwei Generationen vor, als sicher primäre relikte Einsprenglinge und als neugebildete, kristalloblastische Körner in der Grundmasse. Wenn eine Verschiedenheit in der Zusammensetzung auftritt, so sind die neugebildeten Grundmassekörner etwas An-ärmer. Die Einsprenglinge enthalten reichlich Interpositionen von Mikroklin, Quarz, Plagioklas und Hornblende. Die Mikroklineinschlüsse sind nur zum Teil mit dem Wirt parallel orientiert, was jedoch nicht die antiperthitische Natur derselben ausschliessen dürfte. Die Plagioklaseinschlüsse sind neugebildet und im Zusammenhang mit der beginnenden Granulation des Primärfeldspates entstanden. Es ist besonders auffallend, dass die Quarzeinschlüsse am reichlichsten in den sehr basischen Plagioklasen (Bytownit-Anorthit) vorkommen, während die Grundmasse sehr wenig Quarz führt. — Der *Biotit* besitzt kräftigen Pleochroismus mit tiefbraunen und gelben Absorptionsfarben. — Der *Amphibol* besitzt die Eigenschaften der gemeinen grünen Hornblende. — In dem Gestein 9 enthält die Grundmasse einzelne Körner von *Diopsid*, welcher ebenso wie die anderen Bestandteile der Grundmasse neugebildet sein dürfte. — Die akzessorischen Bestandteile sind *Erz*, *Apatit* und *Titanit*. Als sekundäre Umwandlungsprodukte kommen Chlorit, Muscovit, Epidot und Kalkspat vor.

Die Struktur war und ist auch noch in den weniger metamorphosierten Gliedern ausgeprägt porphyrisch. Die Ein-

sprenglinge in 1—2 bestehen oder haben bestanden aus Quarz und Plagioklas, möglicherweise auch aus Kalifeldspat, in 3—6 nur aus Plagioklas, in 7—9 neben Plagioklas auch aus Uralit. Die Grundmasse enthält auch in den am wenigsten metamorphosierten Gliedern keine sicher primären Bestandteile. Sie ist zu einer granoblastischen Masse umkristallisiert. Meistens ist sie auch kristallisationsschiefzig und umgiebt plastisch die Einsprenglinge oder deren Reste.

Verschiedene, deutlich primäre Strukturmodifikationen kommen vor. Sie sind wesentlich durch Variationen in der relativen Menge von Einsprenglingen und Grundmasse verursacht. Einmal liegen die Einsprenglinge weiter von einander, und dann ist die Makrostruktur ausgeprägt porphyrisch, auch wenn die Einsprenglinge schon granuliert sind. In anderen Varietäten ist die Grundmasse nur spärlich vorhanden, und die Einsprenglinge sind dicht an einander gedrängt. Die porphyrische Struktur ist dann wenig hervortretend und ist durch die Metamorphose noch mehr verwischt worden.

Der Gang der Metamorphose äussert sich in der allmählichen Zerstörung der Einsprenglinge. Von diesen scheinen die Uraliteinsprenglinge am leichtesten zerstört zu werden. Sie sind als solche nur makroskopisch zu erkennen. U. d. M. zerfallen sie in aus verschiedenen Körnern und Stengeln bestehende Aggregate mit unregelmässiger Begrenzung. Am besten bewahrt sind die Plagioklaseinsprenglinge, welche gelegentlich noch eine Andeutung idiomorpher Begrenzung zeigen. Im weiteren Verlauf der Metamorphose werden auch sie zu einem groben Mosaik umkristallisiert, wobei sie ihre ursprüngliche Tafelform bewahren oder auch linsenförmig ausgezogen sein können. Solche Plagioklaslinsen können bei typisch ausgebildeter linearer Verschieferung bis 3 *cm* lang sein, während ihre Dicke nur 0,5 *cm* beträgt. Diese Metamorphose ist offenbar eine gewöhnliche Umkristallisation ohne Zufuhr von fremdem Material und kommt in Gebieten vor, wo keine eigentliche Injektionsmetamorphose stattge-

funden hat. Ich möchte darum auch die neben den Plagioklaslinsen vorkommenden und vollkommen ähnlichen Quarzlinsen als umkristallisierte und ausgewalzte Einsprenglinge auffassen. Im Felde kann man eine wiederholte Wechsellagerung von Gesteinen mit und ohne solche Quarzlinsen beobachten, was auch auf eine primäre Verschiedenheit der Lager hindeutet. Es sei auch hier bemerkt, dass die Quarzlinsen gerade in den aziden Gliedern nebst saurem Plagioklas und reichlichem Mikroklin auftreten.

An dem typischen (wenig metamorphen) Lavialit (entspr. N:o 7, Tab. I) von dem südöstlichen Ende des Sees Lavijärvi habe ich die Analyse 9 in der Tabelle III ausgeführt. In der Tabelle IV ist die zugehörige Norm, und in der Tabelle V sind die Osannschen Werte angegeben. Das Gestein besitzt eine Zusammensetzung, die manchen Quarzdioriten und Dioritporphyren zukommt. Die Ähnlichkeit desselben mit den hier vorkommenden Dioriten und dem Gestein der Konglomeratgerölle wird auf S. 416 näher erörtert.

Innerhalb des Gebiets der Übersichtskarte gehören die Lavialitgesteine den Gliedern 3—9 an. Die aziden Glieder mit Quarzlinsen sind von SEDERHOLM weiter östlich in den Kirchspielen Mouhijärvi und Hämeenkyrö beobachtet worden und treten noch in der Gegend von Tammerfors, am südlichen Ufer des Aittolahti, auf.

In seinem geologischen Vorkommen schliesst sich der Lavialit sehr eng den Paragneisen an. Die folgenden Beispiele sind dafür charakteristisch.

WNW- und ESE-lich von der Kirche Lavia liegt eine Anzahl kleiner Lavialitvorkommen in einer Reihe so nahe an einander und mit demselben Streichen und Fallen (80° — 85° NE), dass die Vereinigung derselben zu einem einzigen Lager berechtigt erschien. Dieses Lager erreicht eine Mindestlänge von 7 km, und seine Mächtigkeit variiert zwischen 30 und 200 m. Es ist in allen Aufschlüssen konkordant mit dem Gneise auf beiden Seiten, querlaufende Apophysen in dem

Nebengestein habe ich nicht gesehen. An drei Stellen wurde beobachtet, dass der typische Lavialit auf der *südwestlichen Seite* des Lagers mit einem sowohl makro- als mikroskopisch typischen Glimmergneis wechsellagert. Die Grenzen gegen die Gneislager, deren Mächtigkeit einige *dm* erreicht, sind nicht scharf, sondern der Lavialit geht in den Gneis über, indem die Plagioklaseinsprenglinge allmählich verschwinden. Es ist auch zu bemerken, dass der Gneis und die Grundmasse des Lavialits nach mikroskopischer Untersuchung mit einander vollkommen übereinstimmen. Die Gneislager können

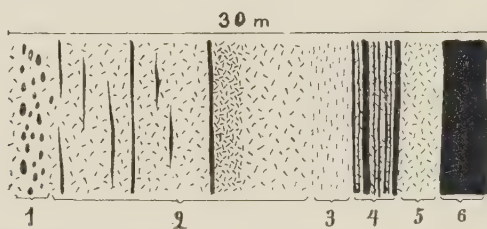


Fig. 2. Lavialit und Hornblendegneis. Nivuniemi, nördlich von dem See Mouhijärvi, Suodenniemi. 1 = Lavialit, agglomeratisch; 2 = D:o mit grossen Plagioklaseinsprenglingen; 3 = Lavialit, gneisähnlich; 4 = Lavialit mit dünnen Schichten von Hornblendegneis; 5 = 2; 6 = Hornblendegneis, geschichtet.

nicht längliche Einschlüsse sein, da man in den Aufschlüssen ein solches auch nur 1 *dm* mächtiges Lager ohne Abbruch oder Auskeilen 10—15 *m* verfolgen kann. An anderen Stellen war die Grenze gegen den Glimmergneis sowohl auf der SW- als durchgehends auf der NE-Seite scharf. Ich möchte die südwestliche als die liegende Seite ansehen.

Ähnliche Verhältnisse wurden in dem Vorkommen nördlich von dem See Mouhijärvi beobachtet. Auf der SW-Seite steht der Lavialit in Kontakt mit einem Quarzdiorit, der ihn durchdringt, auf der NE-Seite mit einem Hornblendegneis, welcher, wie die Agglomerateinlagerungen und die deutliche Schichtung zeigen, tuffogenen Ursprungs sein dürfte. An dem Kontakt ist in einer 20 *m* breiten Zone eine Wechsellagerung zu beobachten, die durch die 5—10 *cm* mächtigen

Hornblendegneislager verursacht wird (Fig. 1). Auch der Lavialit selbst zeigt unscharf begrenzte Lager mit bald grösseren, bald kleineren, und mit dicht an einander liegenden oder auch in geringer Menge vorkommenden Einsprenglingen. Die Lavialitvorkommen in dem nördlichen Teil des Kirchspiels Lavia, ebenso diejenigen am Heinijärvi, liegen in einem Gebiet mit spärlichen Aufschlüssen, und die Kontaktverhältnisse zu den angrenzenden Gesteinen konnten hier nicht studiert werden. In dem Mouhijärvi-Gebiet (ausserhalb der Karte) steht der Lavialit in ähnlichem nahen Zusammenhang mit den Paragneisen, wie oben geschildert wurde.

Am südlichen Ufer des Aittolahti, nordöstlich von Tammerfors, kann man in dem stark metamorphosierten Glimmergneis konkordante Lavialitlager beobachten. Einige von diesen führen sowohl Plagioklas als Quarz, andere nur Plagioklas als Einsprenglinge, welche zu Linsen ausgewalzt sind.

Kurz zusammenfassend kann man auf Grund des oben Angeführten sagen, dass der Lavialit eine Reihe von hochmetamorphischen Gesteinen umfasst, welche in ihrer Zusammensetzung Quarzdioriten, Dioriten und Gabbros entsprechen. Sie waren durchgehends porphyrisch mit Einsprenglingen von Quarz, Plagioklas und Uralit. Sie sind als superkrustale, vulkanische Gesteine aufzufassen, welche entweder als Tuffite oder als Lavaströme in den Paragneisen konkordant eingelagert wurden.

Auf der beigegebenen Karte sind unter der Bezeichnung »vulkanische Gesteine« ausser Lavialit auch andere Gesteine desselben Ursprungs zusammengefasst worden. Die Gebiete zwischen Sikala und Isojärvi sowie nördlich von der Kirche in Suodenniemi sind auf Sederholms Karte¹ als bottnische Porphyritoide bezeichnet worden. Ersteres enthält Plagioklas-, letzteres Uralitporphyritoide. Das kleine Gebiet östlich von der Kirche Suodenniemi besteht aus Plagioklasporphyr.

¹ Kartblad 2 »Tammerfors«.

Granodiorit-Gabbro.

Die Gesteine dieser Reihe kommen in verschiedenen, von einander isolierten Gebieten vor, von denen die wichtigsten auf der beigegeführten Kartenskizze mit den Ziffern I—IV bezeichnet sind. Die Gebiete II, IV und dasjenige in der Umgebung des Sees Märkäjärvi sind wahrscheinlich einst zusammenhängend gewesen, bis der porphyrtartige Granit dieses grössere Massiv in verschiedene Teile zerlegte. Die reichlichen Injektionen von Diorit in den Gneisen zwischen und in der Umgebung einiger Gebiete berechtigen noch zu der Annahme, dass die Dioritmassen in solchen Fällen (z. B. I und II) sich unter der Gneishülle vereinigen oder wenigstens sich weiter unten verbreiten. Einige andere Gebiete, z. B. III, scheinen dagegen mehr isoliert zu sein. Die Dioritgebiete können somit als Teile eines grossen Batholiths gedeutet werden.

In petrographischer Hinsicht bilden diese Gesteine eine lückenhafte Reihe mit sehr einheitlicher Beschaffenheit, so dass eine spezielle Beschreibung der verschiedenen Gebiete überflüssig ist. Das azideste Glied entspricht in seiner Mineralzusammensetzung einem *Granodiorit*. Es ist ein hellgraues, mittelkörniges Gestein, dessen Hauptbestandteile, Quarz, Kalifeldspat, Plagioklas und Biotit, schon mit blossem Auge sichtbar sind. Den weniger aziden Gliedern gegenüber sind die grösseren Kalifeldspatkörner besonders auffallend. Darauf folgt *Quarzglimmerhornblendediorit* (Tonalit), der wieder in immer hornblendereichere und biotitärmerer *Quarzhornblendeglimmerdiorite* übergeht. Diese Übergänge sind im Felde sehr allmählich und nur durch die Vermehrung der dunklen Bestandteile schwach bemerkbar. Die basischen Glieder, *Gabbrodiorite* und *Metagabbros*, sind durch ihre dunklere Farbe und gewöhnlich durch ihr feineres Korn schon besser charakterisiert. Auf Grund der mikroskopischen Untersuchung einer Anzahl Dünnschliffe lassen sich die Gesteine in folgende Reihe ordnen:

Tab. II.

Typus	Quarz	Mikro- klin	Biotit	Plagioklas	Amphibol	Anal.
a	reichl.	merkl.	reichl.	reichl., 30—38 % An	Gem. grüne Hornbl. sehr wenig	1
b	„	„	„	„ 30—35 % „	Gem. grüne Hornbl. wenig	—
c	merkl.	wenig	„	„ c. 35 % „	Gem. grüne Hornbl. merklich	2
d	„	fehlt	„	„ 36—40 % „	Gem. grüne Hornbl. reichlich	3—4
e	wenig	„	merkl.	„ 31—41 % „	Gem. grüne Hornbl. reichlich	5
f	„	„	wenig	„ 35—55 % „	+ Cummingt. reichl.	6
g	wenig oder fehlt	„	wenig oder fehlt	„ 53—92 % „	„ „ „	7—8

Der *Mikroklin* ist wenig perthitisch und erkennbar nicht nur durch seine häufige Gitterlamellierung, sondern auch beim Fehlen derselben durch seine niedrige Lichtbrechung und schiefe Auslöschung in Schnitten $\perp$ PM. Orthoklas wurde nicht beobachtet. In Typus a bildet der Mikroklin grössere augenähnliche Körner (bis 1 cm), so dass das Gestein ein porphyrartiges Aussehen erhält.

Die Zusammensetzung des *Plagioklases* wurde durchgehends nach der Auslöschungsschiefe in Schnitten $\perp$ PM bestimmt, bei den Ab-reicheren Gliedern, wenn nötig, mit der Beckeschen Methode für die Bestimmung der Lichtbrechung gegen Quarz kombiniert. Der Plagioklas besitzt teils eine primäre Zonarstruktur, teils ist er entweder an den Rändern oder fleckenweise im Innern der Körner sekundär An-ärmer geworden. Solcher sekundär gebildeter Plagioklas kommt auch in Form selbständiger, durch Granulierung entstandener Körner vor. Die in der Tabelle II angegebenen Prozente An-Substanz sind also Grenzwerte und zeigen, dass die Differenzen bis 40 % betragen können. Der Plagioklas ist oft antiperthitisch, d. h. er enthält kleine, unregelmässige, mit dem Plagioklaswirt

parallelorientierte Mikroklineinschlüsse. Die An-reichen Plagioklase führen häufig als sekundäre Umwandlungsprodukte Zoisit und Calcit.

Der *Biotit* ist tiefbraun mit seinen gewöhnlichen Eigenschaften die ganze Reihe hindurch.

Die Amphibolminerale sind in den verschiedenen Gliedern von verschiedener Art. Von a bis e sind die u. d. M. sichtbaren Eigenschaften des Amphibols diejenigen der *gemeinen grünen Hornblende*. Sie ist grün mit folgenden Absorptionsfarben: c = blaugrün, b = grün, a = gelbgrün. Die optische Orientierung und die Doppelbrechung sind die gewöhnlichen.

In den Gabbrodioriten und Gabbros (f-g) kommen ausser der gem. Hornblende noch zwei verschiedene Amphibolarten vor. Die eine besitzt die Absorptionsfarben: c und b = hell blaugrün, a = gelblich bis farblos. Der Auslöschungswinkel c:c beträgt ung. 14° ; $\gamma - \alpha$ ist c. 0,03; 2 E ist gross; opt. Achsenplan 010; opt. Charakter negativ und gelegentlich auch positiv. Dieser Amphibol kommt häufig als allotriomorphe, einheitliche Ausfüllungsmasse zwischen den divergentstrahligen Plagioklasleisten vor und ist in dieser Hinsicht dem Pyroxen in ophitisch struierten Diabasen so ähnlich, dass er mit grössster Wahrscheinlichkeit als ein aus primärem Pyroxen gebildeter Uralit angesehen werden kann. Die andere Amphibolart ist vollkommen *farblos*, monoklin; ihre Doppelbrechung ist höher als bei dem vorigen: $\gamma - \alpha$ ist ung. 0,035; der Auslöschungswinkel c:c ist $17^\circ - 19^\circ$; Achsenplan 010, und opt. Charakter *positiv* (an mehreren Schnitten aus drei Dünnschliffen beobachtet). Er kommt entweder mit dem uralitischen Amphibol resp. der dunkleren Hornblende parallelverwachsen oder in Form selbständiger Stengel vor und ist sekundär gebildet wie dieser. Der hellgrüne uralitische Amphibol ist wahrscheinlich ein ziemlich Al_2O_3 -armer *Aktinolith*. Der andere farblose Amphibol ist *Cummingtonit*, d. h. ein Ca- und Al_2O_3 -freier resp. -armer monokliner Amphibol.

Aus der Analyse 8 kann die chemische Zusammensetzung des farblosen Amphibols mit einiger Wahrscheinlichkeit kalkuliert werden. Das resp. Gestein besteht aus Plagioklas (An_{90}), gemeiner grüner Hornblende, farblosem Amphibol, Erz und spärlichen Nadelchen von Apatit. Die quantitative Mineralzusammensetzung, nach der Rosiowschen Methode gemessen, ist:

Plagioklas (An_{90})	40,0 %
Grüne Hornblende	42,0
Farbloser Amphibol	12,8
Erz	5,2
	100,0 %

Die kleine Menge von Kalifeldspat ist in den Plagioklas mit eingerechnet, und die Zusammensetzung des Plagioklases im übrigen nach der optischen Bestimmung ($Ab_{10}An_{90}$) kalkuliert. Die Hornblende möge aus den folgenden Silikaten bestehen: $CaR_3Si_4O_{12}$, $CaR_2Al_2Si_3O_{12}$ und $Na_2Al_2Si_4O_{12}$ ($R = \overset{Fe}{Mn}, Mg$). Wird die Hornblende unter Zurechnung von etwas Fe_2O_3 und TiO_2 nach diesen Formeln kalkuliert, so bleiben FeO , MgO und SiO_2 ziemlich genau im Verhältnis $RO : SiO_2 = 1 : 1$ übrig, und das Resultat der Kalkulierung ist:

Plagioklas	$\left\{ \begin{array}{l} Or \ 2,78 \\ Ab \ 3,67 \\ An \ 33,49 \end{array} \right\}$		39,94 %
Grüne Hornblende			45,75
Farbloser Amphibol			8,31
Magnetit	$\left\{ \right.$		
Ilmenit	$\left. \right\}$		5,23
			99,23 %

Die Amphibolminerale erhalten nach dieser Kalkulierung die Zusammensetzung:

	I	II
SiO ₂	52,0 %	50,2 %
TiO ₂	1,0	—
Al ₂ O ₃	7,0	—
Fe ₂ O ₃	4,0	—
FeO }	16,0	37,9
MnO {		
MgO	9,0	11,9
CaO	9,0	—
Na ₂ O	2,0	—
	100,0 %	100,0 %

I: Die grüne Hornblende.

II: Der farblose Amphibol.

Die totale Menge des farblosen Amphibols ist nach der Kalkulierung etwas niedriger (8,31 %) als die direkt im Dünnschliff gemessene (12,8 %), was darauf beruhen kann, dass das Verhältnis CaO:RO nicht 1:3, sondern etwa 1:2,2¹ ist. Nach dem letzteren Verhältnis kalkuliert würde die Menge der Hornblende etwas kleiner und diejenige des farblosen Amphibols etwas grösser ausfallen. Es ist auch wahrscheinlich, dass der letztere nicht absolut frei von CaO und Al₂O₃ ist. Eine Unsicherheit liegt weiter in der Verteilung von FeO und MgO auf die beiden Amphibole. Das Endresultat wird jedoch davon nicht wesentlich beeinflusst. Aus der Kalkulierung geht jedenfalls hervor, dass der andere Amphibol in der Hauptsache aus Eisenmagnesiummetasilikat besteht und folglich *Cummingtonit* ist.

Auf das Vorkommen des Cummingtonits wurde ich von Dr. P. ESKOLA aufmerksam gemacht, der dieses Mineral in metamorphen Gesteinen vom Orijärvigebiet entdeckt und beschrieben hat². Der Cummingtonit wird ziemlich allgemein in den basischeren Gliedern (f-g) beobachtet, und eine approximative Kalkulierung auf Grund der Analysenzahlen zeigt, dass in

¹ Vergl.: Cross, Iddings, Pirsson, Washington: Quant. Class. of Ign. Rocks. 1903. S. 215.

² P. ESKOLA: On the Petrology of the Orijärvi Region in Southwestern Finland. Bull. Comm. Géol. de Finland n:o 40.

den entspr. Gesteinen wirklich ein Überschuss (über femischen Kalk) von $\text{FeO} + \text{MgO}$ vorhanden ist.

Als akzessorische Bestandteile kommen Apatit und Erzkörner die ganze Serie hindurch vor. Das Erz besteht grösstenteils aus Ilmenit, was aus dem häufigen Leukoxenrand und seiner Stabform hervorgeht. Der Titanit, oft als Leukoxen ausgebildet, ist häufig in den azideren Gliedern, fehlt aber in den Gabbrodioriten und Gabbros, wenn Cummingtonit anwesend ist. Diese Beziehung ist kaum eine zufällige, sondern eine Folge davon, dass in letztgenannten Gesteinen kein CaO -Überschuss vorhanden ist und der Titanit daher bei der Metamorphose nicht gebildet werden konnte, wie es ESKOLA in seiner oben zitierten Arbeit (S. 107) gezeigt hat.

Die chemische Zusammensetzung der verschiedenen Glieder geht aus den Analysen 1–8 in Tabelle III hervor, wo auch die Stellen angegeben sind, von wo die Analysenproben herkommen. Die Analysen 2, 3, 4 und 7 wurden schon früher publiziert¹, und ich bin in der Lage, hier einige Rechnungs- und Druckfehler in dieser früheren Analysentabelle zu korrigieren. Die Probe für die Analyse 6 war nicht ganz frisch. Der Plagioklas ist nämlich durch neugebildeten Zoisit und Muscovit getrübt, und das Gestein enthält etwas Prehnit. Es ist darum möglich, dass auch die chemische Zusammensetzung in gewissem Grade verändert ist.

Die den Analysen Nr. 4 und 7 entsprechenden Gesteine sollten nach SEDERHOLM mit den übrigen nicht genetisch zusammengehören, sondern dem Liegenden der superkrustalen Reihe, d. i. einer älteren Tiefengesteinsgruppe zuzuweisen sein. Die Proben stammen aus einer kleinen Felskuppe (etwa 100 m^2) her, welche nördlich von dem See Naarajärvi und unmittelbar am Südrande des Gebietes IV (auf der Karte) sich befindet. Dieses Quarzdioritvorkommen wurde von SEDERHOLM als die Unterlage für die umgebenden Gneise, von mir als ein satellitischer Intrusivkörper am Rande des Quarz-

¹ E. MÄKINEN: in G. F. F. Bd. 36 (1914). S. 187.

dioritbatholiths aufgefasst. Nach SEDERHOLM ist der Gabbro (entspr. Anal. 7) aus dem Quarzdiorit (Anal. 4) durch Verwitterungsprozesse vor der Ablagerung der Gneise gebildet worden, während ich denselben für eine marginale basische Ausscheidung aus dem Quarzdioritmagma halte.¹⁾

Aus den ursprünglichen Analysenzahlen geht hervor, dass die Gesteine eine ununterbrochene Reihe von Granodiorit zu Gabbro bilden. Die in der Tabelle V angegebenen Osannschen Zahlen zeigen auch, dass die Übergänge von einem Glied zum anderen allmählich sind, und dass ein sehr gutes gauverwandtschaftliches Verhältnis in der ganzen Reihe herrscht. Man beobachte die Werte für n , m und $(\text{Fe, Mn})\text{O}:\text{MgO}$. Das zuletztgenannte Verhältnis, welches unter den Osannschen Zahlen nicht enthalten ist, wurde (wie m) aus der Summe $(\text{Fe, Mn})\text{O} + \text{MgO} = 10$ berechnet.

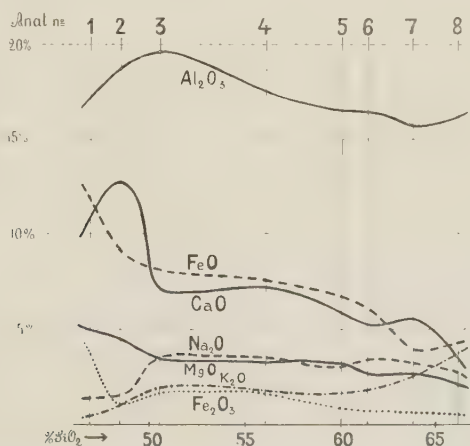


Fig. 3. Variationsdiagramm über die chemische Zusammensetzung der Granodiorit-Gabbroreihe. Die Zahlen 1—8 beziehen sich auf entsprechende chemische Analysen in der Tabelle I.

In der Fig. 3 habe ich die Analysenresultate graphisch dargestellt.²⁾ Darin sind die Gewichtsprozent von SiO_2 aus jeder Analyse auf der Abszisse, diejenigen anderer Oxyde auf

¹⁾ J. J. SEDERHOLM: in G. F. F. Bd. 36 (1913) und Bd. 37 (1915) sowie E. Mäkinen: l. c.

²⁾ Vergl. A. HARKER: The Natural History of Igneous Rocks. 1909. S. 108.

den entsprechenden Ordinaten abgetragen worden. Werden die Punkte für jedes Oxyd auf den Ordinatenachsen durch Kurven mit einander verbunden, so entsteht ein Variationsdiagramm, welches die Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung der Differentiationsreihe übersichtlich darstellt. Das Diagramm zeigt ein sehr einfaches Bild der Variationen, welche nicht durch sekundäre Differentiationsprozesse kompliziert worden sind. Es besitzt auch das typische Aussehen für Kalkalkaligesteine mit Maximum für CaO und Al_2O_3 nahe dem basischen, für Na_2O nahe dem sauren Ende, während die Kurven für FeO und MgO an dem basischen Ende steil aufsteigen. Das allgemeine Bild ist sehr ähnlich dem Diagramm in Fig. 28 bei HARKER (l. c., S. 126), welches auf Grund von 34 Analysen an vulkanischen Gesteinen aus Lassen Peak, Californien, berechnet ist. Eine spezielle Eigentümlichkeit für unsere Gesteine scheint darin zu liegen, dass die Mengen von FeO , MgO , CaO , Na_2O und K_2O in der Mitte (von 3 bis 6) trotz dem abnehmenden Gehalt an SiO_2 (von 61,38 % bis 50,52 %) nicht besonders stark verändert werden, m. a. W. die Differentiation ist in diesem Stadium wesentlich nur durch eine Veränderung des SiO_2 -Gehalts vorsichgegangen.

Die analysierten Gesteine brauchen nicht einer streng linearen Reihe anzugehören, sondern liegen etwas seitlich von einander. Somit bezieht sich die Analyse 7 auf ein salisches, relativ feldspatreiches, 8 wieder auf ein (etwas basischeres) femisches, relativ feldspatarmes, Gestein. Daher das starke Steigen der CaO -Kurve bei 7.

Die nach dem amerikanischen System berechneten Normen sind in der Tab. IV angeführt. Die aktuelle Quarzmenge läuft ziemlich parallel mit der normativen. Von dem in den basischen Gliedern (e—f) mikroskopisch sichtbaren Quarz ist ein grosser Teil sekundär, bei der Metamorphose ausgeschieden, in den weniger metamorphosierten Gesteinen mit derselben Zusammensetzung wurde er nämlich nicht beobachtet. Der normative Orthoklas ist zuerst (a—b) im Mikroklin, dann an Menge im-

mer mehr abnehmend im Biotit und in dem Plagioklas enthalten, wo er z. B. auch aktuell in Form antiperthitischer Einschlüsse sichtbar ist. In den basischen Endgliedern ist auch der Gehalt an Biotit minimal oder gleich Null. Die normative und die aktuelle (optisch bestimmte) Zusammensetzung des Plagioklasses zeigen folgendes Verhältnis zu einander:

Der Typus und die entspr. Analysen	<i>a</i> = 1	<i>c</i> = 2	<i>d</i> = 3,4	<i>e</i> = 5	<i>f</i> = 6	<i>g</i> = 7,8
Geh. von An, aus der Norm berechnet	43 %	43 %	44–50 %	48 %	63 %	75–77 %
Geh. von An, optisch bestimmt . . .	30–38 %	35 %	36–40 %	31–41 %	35–55 %	(53)–85–92 %

Die aktuelle An-Menge im Plagioklas der Glieder *a—d* ist deutlich kleiner als die aus der Norm berechnete. Der Überschuss an An muss in dem Amphibol, in der *gemeinen grünen Hornblende*, enthalten sein. In *f* ist es nicht immer möglich, den mittleren An-Gehalt der primären, zonargebauten und neugebildeten An-ärmeren Plagioklaskörner genau zu bestimmen. Da die basischen Kernteile ziemlich gross sind, so kann man mit einiger Sicherheit den Schluss ziehen, dass der aktuelle An-Prozentgehalt des Plagioklasses in dem Glied *f* nicht geringer als der normative ist. In dem basischsten Glied *g* ist der erstere sicher grösser. Diese Inkongruenz ist nur dadurch zu erklären, dass die aktuelle Ab-Menge viel rascher als die normative sinkt. Von dem kleinen Natrongehalt der basischen Glieder gehört ein so grosser Teil den Amphibolmineralen an, dass die wirkliche Zusammensetzung des Plagioklasses hier immer basischer wird, ohne dass die normative An-Menge in besonders hohem Grade anwächst.

Die Struktur dieser Gesteine ist immer mehr oder weniger metamorphisch. Die am besten bewahrten Strukturen habe ich in dem westlichen Teil des Gebietes III und stellenweise am südlichen Rand des Gebietes IV und durchgehends in den basischeren Gliedern (entspr. *e—g*) beobachtet. Die Struktur

ist hier der ophitischen sehr ähnlich, mit dem Unterschied, dass die divergentstrahligen Plagioklasleisten nicht im Pyroxen, sondern im Aktinolith (Uralit) liegen. Gelegentlich ist der Plagioklas vollkommen idiomorph, aber oft sind seine Begrenzungen auch gerundet mit einem Aussehen, als hätte der primäre Pyroxen den Plagioklas resorbiert. Auch in den saureren Gliedern kann eine Idiomorphie des Plagioklases gegen die anderen Bestandteile gelegentlich beobachtet werden, aber im allgemeinen ist die primäre hypidiomorph-körnige Struktur durch randliche Granulierung des Feldspates und Neubildung besonders von Amphibolmineralen verwischt worden. Die Anordnung der Gemengteile und z. B. die dicktafeligen Formen des Plagioklases erinnern auch dann noch an die primäre Struktur, und eine vollständig kristalloblastische Struktur hat die Metamorphose nicht zustandegebracht. Unter solchen Umständen ist es nicht möglich zu sagen, in welchem Grade die häufig sogar in Handstücken sichtbare Paralleltexur eine primäre oder eine sekundäre Eigenschaft ist.

Neben diesen Dioriten kommen in dem Gebiete *Ganggesteine* vor, die Gänge sowohl in den Gneisen als in den Dioriten bilden; ältere Ganggesteine als die Diorite sind nicht beobachtet worden. Die Gänge besitzen ziemlich scharfe Grenzen gegen die Diorite, sind aber ebenso stark metamorphosiert wie diese. Sie bestehen aus *Quarzdiorit*- und *Dioritporphyrit*en, die in ihrer Mineralzusammensetzung den Dioriten so vollkommen ähnlich sind, dass sie am natürlichsten als zu diesen gehörige Ganggesteine bezeichnet werden können. Sie sind wesentlich aus Plagioklas mit variierenden Mengen von Hornblende und Biotit zusammengesetzt; Quarz ist häufig, Mikroklin selten anwesend. Die akzessorischen Bestandteile sind dieselben wie in den Quarzdioriten, nämlich Apatit, Titanit und Ilmenit oder auch Magnetit. Als sekundäre Umwandlungsprodukte kommen Zoisit, Kalzit und Chlorit häufig vor. Durch Variationen in den relativen Mengen dieser

Bestandteile entstehen Äquivalente zu den saureren Typen ($a-e$) bei den Dioriten. Zwar kommen am Naarajärvi auch einige Gänge mit basischerer Zusammensetzung vor, die jedoch so vollkommen in Plagioklasamphibolite umkristallisiert sind, dass eine Vergleichung derselben mit den Gabbros unmöglich ist. Die primäre Struktur dieser Ganggesteine war wahrscheinlich in den meisten Fällen porphyrisch. Die primären Einsprenglinge sind jedoch häufig in hohem Grade zerstört, die porphyrische Struktur ist entsprechend undeutlicher geworden und meistens makroskopisch kaum mehr sichtbar. Die Einsprenglinge, die bis 1 cm lang sein können, bestehen aus tafelförmigem Plagioklas. Seine Zusammensetzung variiert von An_{35} bis An_{87} im Kern der zonargbauten Einsprenglinge in den basischen Gliedern. Die Grundmasse ist im allgemeinen zu einer feinen (0,03—0,3 mm), granoblastischen Masse umkristallisiert. Die Textur ist gewöhnlich massig, obgleich auch ausgeprägte Kristallisationsschiefrigkeit nicht fehlt.

Die oben geschilderte Gesteinsreihe Granodiorit-Gabbro entspricht den »präbottnischen Graniten, Dioriten, Gabbrodioriten und Peridotiten» SEDERHOLMS.¹ Innerhalb des hier geschilderten Gebietes kommen kaum typische Granite vor, sondern auch die sauersten Glieder sind noch als Granodiorite zu bezeichnen, und die Hauptmasse besteht aus Gesteinen mit quarzdioritischer Zusammensetzung. Diese charakteristische Gesteinsreihe scheint auch in den östlicheren Teilen der bottischen Formation grosse Verbreitung zu besitzen. Die Quarzdiorite dürften auch hier herrschend sein, weil die »gleichkörnigen Granite» SEDERHOLMS näher solchen als eigentlichen Graniten stehen. So bezieht sich die Analyse 12 auf ein Gestein, welches zu diesen »gleichkörnigen Graniten gerechnet ist.² Es besitzt ziemlich ähnliche chemische Zu-

¹ »Eine arch. Sedimentformation», I. c., S. 140—148. Kartbladet »Tammerfors», I. c., S. 9—12.

² »Eine arch. Sedimentformation», I. c., S. 142.

sammensetzung mit dem Quarzdiorit vom Naarajärvi in Lavia (Anal. 2).

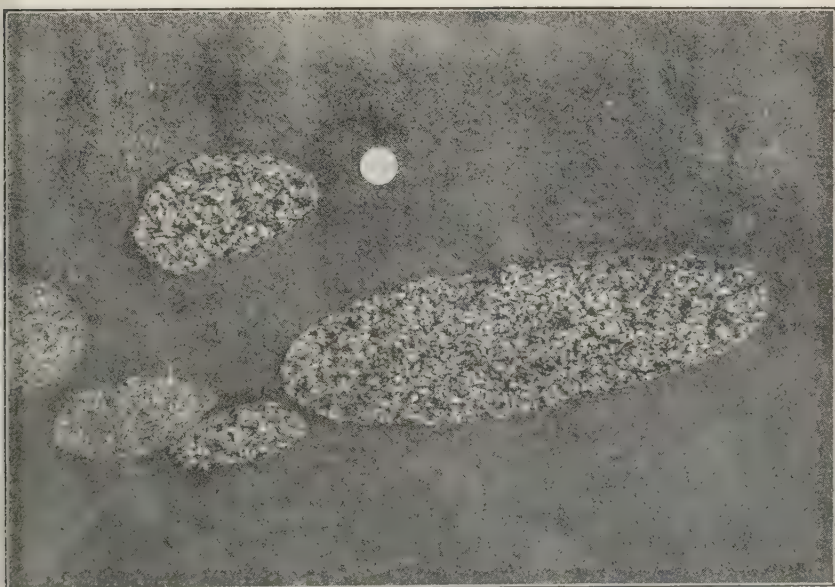
Der porphyrtartige Granit.

Er ist ein rötliches oder graues, grobkörniges Gestein mit porphyrtartiger Struktur, die durch die grösseren, augenähnlichen, gewöhnlich rötlichen Körner von *Mikroklinperthit* bedingt wird. Andere Bestandteile sind *Quarz*, *Oligoklas* (20 % An), grünbrauner *Biotit* und tiefgrüne *Hornblende*. Akzessorisch kommen *Epidot* und *Zoisit*, *Titanit*, *Apatit* und *Fluorit* vor. Das Vorkommen von Fluorit wurde durch seine niedrige Lichtbrechung (Canadabalsam), Isotropie, violette Farbe an den Rändern und oktaedrische Spaltbarkeit konstatiert. Die Struktur ist hypidiomorph, indem die dunklen Bestandteile gegen Plagioklas und der Plagioklas wieder gegen Quarz und Mikroklin eine, allerdings schlecht ausgebildete, idiomorphe Begrenzung besitzen. Da der Mikroklin neben Quarz der zuletzt kristallisierte Gemengteil ist, beruht die porphyrtartige Struktur nicht auf der früheren Auskristallisation des Mikroklin, sondern darauf, dass er in grösseren Individuen ausgebildet ist. Die Mikroklinkörner sind bis 2—3 cm gross, während die anderen Bestandteile selten bis 0,5 cm messen. Das Gestein ist meistens vollkommen massig und weicht in dieser Hinsicht von den häufig parallelstruierten Diorit-Gabbrogesteinen anscheinend sehr scharf ab. Bedenkt man, dass die letzteren wegen ihrer komplexen Mineralzusammensetzung reaktionsfähiger sind und folglich leichter umkristallisierten und geschiefert werden konnten als der einfacher zusammengesetzte und zugleich grobe porphyrtartige Granit, so kann man dem Grade der Metamorphose für die Frage des geologischen Alters kein grosses Gewicht beilegen. Leider habe ich die Kontakte zwischen den Granodioriten-Quarzdioriten und dem porphyrtartigen Granit im nördlichen Lavia, wo sie gut entblösst sein sollen, nicht besucht und kann mich nicht darüber äussern, ob die Gesteine hier in einander übergehen oder nicht, d. h. ob auch der por-

phyrartige Granit als jüngstes Glied der Granodiorit-Gabbroreihe zugehört. Ein Übergang und genetischer Zusammenhang zwischen denselben ist dadurch angedeutet, dass die Granodiorite in der Nähe des porphyartigen Granits grössere Augen von Kalifeldspat (bis 1 *cm* lange Karlsbaderzwillinge) enthalten und somit, indem ihre Zusammensetzung sich derjenigen eines Granits nähert, ein porphyartiges Aussehen annehmen.

Das Konglomerat.

Das grössere Konglomeratlager kommt in dem am besten bewahrten Teil der Gneisgebiete vor. Am bequemsten erreicht man es vom Bauernhof Samppakoski aus an der Landstrasse Lavia—Kankaanpää. Das Konglomerat liegt gut aufgeschlossen z. B. 1,5 *km* westlich von Samppakoski, neben dem kleinen Hof Wälimäki. Es bildet ein bis 150 *m* mächtiges Lager, das ich 2,5 *km* verfolgen konnte. Sein Streichen ist N55°E und Fallen 80°NW, konkordant mit dem Gneise zu



Phot. J. J. Sederholm.

Fig. 4. Konglomeratgneis. Wälimäki, nördl. Lavia. Massstab: 1:10.

beiden Seiten. Die Gerölle kommen als perlenschnurartige oder auch als zusammenhängende, bis mehrere Meter mächtige Bänder in dem Gneise vor (Fig. 4). Sie sind wohlgerundet und meistens 1—2 *dm* im Durchschnitt und sind von dem Gneiszement sehr fest umschlossen.

Die Gerölle bestehen fast ausschliesslich aus einem grauen, mittelkörnigen, etwas flasrigen Gestein, dessen Hauptbestandteile *Plagioklas*, grüne *Hornblende*, brauner *Biotit* und *Quarz* sind. Der *Plagioklas* scheint in zwei Generationen vorzukommen, nämlich in bis 2,5 *mm* messenden, höchst wahrscheinlich relikten und ursprünglich dicktafelförmigen Körnern, die von kleineren (0,1—0,5 *mm*), rundlichen, klaren, bei der Granulation des ersteren neugebildeten Körnern umgeben sind. Die Zusammensetzung des primären *Plagioklases* ist An_{38} — An_{42} und die des neugebildeten An_{33} — An_{40} . Der primäre *Plagioklas* ist oft durch *Epidot*- und *Chlorit*interpositionen etwas getrübt. Der *Chlorit* bildet mit *Kalkspat* zusammen auch grössere sekundäre Einschlüsse. Die grüne *Hornblende* und der braune *Biotit* zeigen ihre gewöhnlichen Eigenschaften. Akzessorische Bestandteile sind *Apatit*, *Titanit* und einzelne Erzkörner. Neben den sekundären Bildungen *Chlorit* und *Kalkspat* kommt noch *Prehnit* in diesen eingemengt und auch Sprünge ausfüllend vor. *Kalifeldspat* konnte ich in zwei Dünnschliffen des Gesteins nicht entdecken. — Die Struktur des Gesteins ist in hohem Grade kristalloblastisch, indem von primären magmatischen Bestandteilen kaum andere als Teile der grösseren *Plagioklaskörner* bewahrt sind. Die neugebildeten isometrischen *Plagioklaskörner* bilden mit *Quarz* zusammen eine granoblastische Masse, während die dunklen Bestandteile, *Hornblende* und *Biotit*, subparallel angeordnet, in Streifen abgesondert sind und die flasrige Textur des Gesteins bedingen. Neben diesem Haupttypus kommt eine Varietät vor, die nur durch ihren makroskopischen Habitus von der ersteren abweicht. Sie enthält nämlich schon makroskopisch sichtbare ausgewalzte Einsprenglinge von *Plagioklas* und

Hornblende (Uralit). — Die Paralleltexur ist nach der Einbettung des Gesteins in dem Konglomerat gebildet worden. Die Gerölle sind nämlich deutlich zusammen mit dem Zement und gegen einander geschiefert worden. Quer zu der Streichrichtung laufende Schieferigkeit wurde in den Geröllen nicht beobachtet. — Nur einige Prozente von den Geröllen bestehen aus anderen Gesteinen, nämlich aus einem dunklen, feinkörnigen *Plagioklasporphyr*it und einem schön *diagonalgeschichteten Glimmergneis*. — Das Zement besteht aus ähnlichem Hornblende-Glimmergneis wie oben (S. 387) beschrieben wurde, nämlich wesentlich aus Quarz, Plagioklas (zonargebaut mit 20 % An im Kern, 46 % An am Rand), reichlich aus grüner Hornblende und weniger braunem Biotit. Das Zement zeigt gelegentlich eine undeutliche diagonale Schichtung.

In einem Felsen auf dem Acker nördlich von dem Bauernhof Seppä (SE von Samppakoski) und östlich von der Landstrasse kommt ein anderes Konglomeratlager vor, das dem obengeschilderten vollkommen ähnlich ist. Die makroskopische Beschaffenheit der Gerölle ist dieselbe. In einem Dünnschliff wurden beobachtet wesentlich Plagioklas, mit Quarz und braunem Biotit, während die Hornblende fehlte, dazu Titanit, Erz und Apatit. Der Plagioklas kommt in zwei Generationen vor. Die dicktafeligen relikten Einsprenglinge (bis 5 mm lang) besitzen die Zusammensetzung An_{49} , die kleineren (0,1—0,2 mm) neugebildeten Körner An_{36} — An_{40} . Die Struktur mit den zerfressenen Plagioklaseinsprenglingen und der kristalloblastischen Grundmasse ist mit derjenigen in den mässig metamorphosierten Lavialiten identisch.

Es fragt sich nun, von wo stammen die Gerölle her? Aus der Tektonik kann man in so stark dislozierten Formationen wie das tiefste Archäikum hinsichtlich des Liegenden und Hangenden natürlich keine sicheren Schlüsse ziehen und ist folglich gezwungen, auf Grund petrographischer Ähnlichkeit den Ursprungsort der Gerölle zu suchen. Die Mutterkluft der Gerölle kann nicht gar zu weit von dem Konglomerat-

lager liegen, weil die Gerölle so gross (bis 2—3 *dm* im Durchmesser) sind, und besonders weil sie zugleich fast ausschliesslich aus einem einzigen Gestein bestehen. Bei längerem Transport wäre ja eine Einmischung auch anderer Gesteine zu erwarten gewesen. Eine grössere blossgelegte Fläche dieses Gesteins in der Nähe des Konglomeratlagers bei der Bildung desselben muss also vorausgesetzt werden.

Das Gestein in dem nächstliegenden Dioritgebiete I ist nicht dem Gestein der Gerölle ähnlich. Es entspricht nämlich dem sauersten Quarzdiorittypus a und Anal. 1. In dem Gebiete III ist der herrschende Typus dem Gestein der Gerölle dagegen makroskopisch sehr ähnlich. Auch die Übereinstimmung in chemischer Hinsicht (Anal. 5, 6 und 9) ist auffallend. Das Gestein der Gerölle passt ziemlich gut zwischen die beiden Gesteine aus dem Gebiet III und liegt sehr nahe dem ersteren. Es besitzt auch dieselbe Mineralzusammensetzung wie dieses. Eine Verschiedenheit, welche in diesem Falle nicht zu unterschätzen ist, liegt jedoch darin, dass die Diorite des Gebietes III relativ wenig metamorphosiert sind und lokal sogar ihre primäre Erstarrungsstruktur bewahrt haben, während das Gestein der Gerölle beinahe vollständig umkristallisiert, also sehr kräftig metamorphosiert ist. Wenn die Gerölle wirklich aus dem Gebiet III herkommen sollten, so wäre doch das gegenteilige Verhalten zu erwarten. Es ist nämlich von anderen Gebieten wohlbekannt, dass Gesteine, die als Gerölle in Konglomeratlager eingebettet worden sind, sich viel besser bewahrt haben als das Gestein in der Mutterkluft. Als eine schwerwiegende Tatsache muss auch folgendes angesehen werden: Der Diorit im Gebiet III verhält sich durchgehends intrusiv gegen die umhüllenden Gneise. Es ist z. B. an der nördlichen Spitze des Gebietes III der Diorit jünger als der Gneis, und c. 1,5 *km* nach NW von hier kommt das konkordant aufgelagerte Konglomerat vor, welches Gerölle aus demselben Diorit führen sollte! Zwischen dem Diorit hier und dem Konglomeratlager giebt

es reichlich Aufschlüsse von Gneis, in welchem weder eine Grenze noch eine Verschiedenheit im Streichen und Fallen beobachtet werden konnte. Dazu kommt noch das Faktum, dass die Diorite in den Gebieten I und II, an welche die Diorite des Gebietes III petrographisch sich so eng anschliessen, jünger als auch das angebliche Hangende des Konglomeratlagers sind. *Die Gerölle können somit dem Dioritgebiet III nicht entstammen.*

Für die Erklärung des Ursprungs der Gerölle verdient ihre Ähnlichkeit mit dem Lavalit besondere Aufmerksamkeit:

1. In ihrer makroskopischen Beschaffenheit sind die Gerölle mit denjenigen Varietäten von Lavalit identisch, welche reichlich dicht an einander liegende und zum Teil granulいた Plagioklaseinsprenglinge führen.

2. Das mikroskopische Bild mit den Resten der Plagioklaseinsprenglinge in der granoblastischen Grundmasse ist bei beiden Gesteinen dasselbe.

3. Die Mineralzusammensetzung der Gerölle entspricht genau derjenigen in den Gliedern 3—6 (Tab. I) bei dem Lavalit.

4. Die Ähnlichkeit in der chemischen Zusammensetzung geht aus den Analysen 9 und 10 hervor. Hier mögen nur die Osannschen Werte beider Gesteine zum Vergleich angeführt werden:

	s	A	C	F	a	c	f	n	m	$\frac{(\text{Fe, Mn})\text{O}}{\text{MgO}}$	k
Gerölle . .	60.94	4.18	6.91	15.88	3.1	5.1	11.8	7.8	9.2	6.0	1.11
Lavalit . .	60.96	4.00	7.94	15.16	2.9	5.9	11.2	6.4	8.2	5.9	1.11

Die einzige nennenswerte Verschiedenheit liegt in dem höheren Werte von C bei dem Lavalit, was auch in der analysierten Probe dem höheren An-Gehalt des Plagioklases entspricht.

Man darf es also als sehr wahrscheinlich ansehen, dass *die Gerölle in den beiden Konglomeratlagern aus Lavalit bestehen.*

Als ein sicherer Beweis dafür kann die petrographische Ähnlichkeit natürlich nicht dienen. Ebenso ist es unmöglich, mit

Sicherheit auf Grund der jetzigen die primäre Struktur zu rekonstruieren, d. h. die Frage zu beantworten, ob die Gerölle einem Tiefengestein oder einem Ergussgestein wie der Lavialit entstammen. Jedenfalls sind der einzige primäre Strukturzug, welcher noch bewahrt ist, die grösseren einsprenglingsartigen Plagioklase. Und obgleich das Gestein makroskopisch vollkommen gleichkörnig erscheinen kann, so treten diese event. relikten Einsprenglinge mikroskopisch noch deutlich hervor.

Die entsprechenden Lavialitvorkommen habe ich vergebens in der Nähe des grösseren Konglomeratlagers gesucht. Es ist kaum denkbar, dass die Gerölle von so weit her wie den beiden auf der Karte verzeichneten Linsen 1—1.5 *km* westlich vom Dioritgebiete III transportiert worden wären. Es liegt daher nahe anzunehmen, dass das entspr. Lavialitlager während der Konglomeratbildung im wesentlichen wegerodiert worden sei. Bei Seppä habe ich dagegen noch in der Nähe des kleineren Konglomeratlagers, in demselben Felsen, ein kleines Lavialitvorkommen beobachtet. Es bildet ein c. 1 *m* mächtiges Lager in dem Gneis 15—20 *m* westlich der gerölleführenden Zone. Der Lavialit ist bedeutend stärker metamorphosiert als die Gerölle. Die Plagioklaseinsprenglinge sind vollständig zu 1—2 *cm* langen, aus grobem Mosaik (0.4—0.6 *mm*) bestehenden Linsen ausgezogen, die in einer feineren (0.01—0.02 *mm*) kristallisationsschiefri gen Masse liegen. Die Mineralzusammensetzung ist die gewöhnliche: Plagioklas (37—51 % An), Quarz, brauner Biotit und grüne Hornblende. Es ist jedoch nicht notwendig anzunehmen, dass die Gerölle gerade aus diesem Lavialitlager herstammen, besonders weil dazwischen eine nicht gerölleführende Zone liegt. Das Vorkommen des Lavialits zwischen den beiden Konglomeratlagern ist aber in anderer Hinsicht von besonderem Interesse. Zwischen Wälimäki und Seppä ist der Gesteinsboden ziemlich gut entblösst und zeigt eine ununterbrochene Lagerfolge von geschichtetem Glimmergneis, der

östlich von Samppakoski in einen Glimmerhornblendegneis übergeht. Welches auch die liegende Seite sein mag — wahrscheinlich die westliche (vergl. S. 414) — so ist es klar, dass Lavialit auch in dem Hangenden des einen Konglomeratlagers vorkommt und nicht ausschliesslich zu dem Liegenden dieser Konglomerate gehört. Die Bildung von Konglomeratbetten und Lavialitlagern hat abwechselnd während des Sedimentationsprozesses stattgefunden.

Für die Erklärung der Bildungsbedingungen der Konglomerate geben die folgenden Tatsachen einige Anhaltspunkte. Weil die Gneise eine grobe und dazu oft diagonale Schichtung besitzen, so ist es am wahrscheinlichsten, dass ihr Material aus fließendem Wasser abgelagert wurde. Sie sind fluviatile Bildungen. Das Vorwalten des Lavialits unter den Geröllen und das nur sporadische Vorkommen von Gneisgeröllen in den kilometerlangen Konglomeratlagern ist auffallend und kann nicht ausschliesslich durch die Annahme erklärt werden, dass die Gerölle von der unmittelbaren Nähe her stammen. Die gute Abrundung der Gerölle setzt gerade einen mässigen Transport voraus. Die natürlichste Erklärung dürfte wohl darin zu finden sein, dass das liegende Gneismaterial nicht genügend Zeit gehabt hatte, fest zu werden, und folglich bei der Wasserbewegung zermalmt wurde, während der Lavialit, welcher z. B. als Lavastrom sogleich sich verfestigte, abgerollt werden konnte. Diese Annahme wird durch die folgende in Fig. 5 dargestellte Beobachtung gestützt. Ein kleines Lavialitgerölle ist in ein Gneisgerölle hineingedrückt worden. Da das letztere dessenungeachtet keine Deformationen erlitten hat, so muss es dabei noch weich gewesen sein.

Diesen Konglomeraten kann das von SEDERHOLM¹⁾ geschilderte Konglomerat bei Harju in Suodenniemi gleichgestellt werden. Die Gerölle bestehen nach SEDERHOLM zum geringen Teil aus Quarzit, Glimmergneis und typischem La-

¹⁾ »Eine archaische Sedimentformation«, I. c., S. 55.

vialit. »Andere Gerölle zeigen eine analoge Zusammensetzung (mit Lavialit), in ihnen sind aber die Plagioklaseinsprenglinge ganz klein, zuweilen auch undeutlich begrenzt, so dass sie nur wie hellere Fleckchen oder Punkte hervortreten. Diese porphyritoidischen Gesteine finden sich schon häufiger, vielleicht 5 %. Andere porphyrische oder porphyroidische Gesteine zeigen eine graue, felsitische Hauptmasse und einsprenglingsartig hervortretende Uralitkristalle. Endlich besteht die grosse Mehrzahl der Gerölle aus hornblendereichen, dunkelgrünen oder grünlichgrauen Gesteinen —.»

Die Unterlage des Konglomerats liegt nach SW zu. Von SEDERHOLM wird es als eine Art Basalkonglomerat in der bottnischen Sedimentformation gegen eine ältere Gneisabteilung bezeichnet. Die Beschaffenheit der Gerölle und die voll-

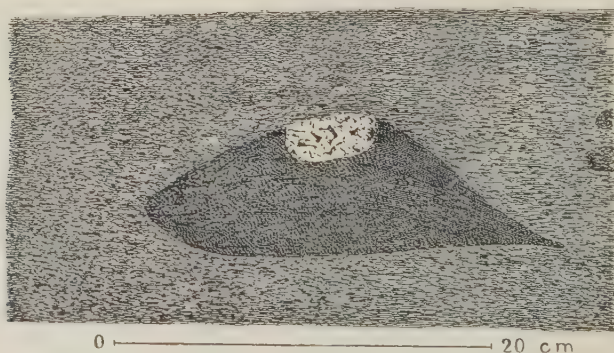


Fig. 5. Geröll aus Glimmergneis mit randlichem Einschluss von Lavialit. Wälimäki, nördl. Lavia. Zeichnung von J. J. SEDERHOLM.

ständige Konkordanz zwischen den »jüngeren« und »älteren« Gneisen berechtigen kaum zu einer solchen Annahme. Es dürfte eher ebenso wie diejenigen in Lavia intraformationär sein. Es ist auch sehr möglich, dass diese Konglomerate im grossen und ganzen zu demselben Horizonte gehören. Dafür spricht das Streichen der Gneise und des langen Lavialitlagers, welches auf einer Strecke von 7 km ein bestimmtes Niveau in der steilaufgerichteten Sedimentreihe bezeichnet.

Über das Verhältnis der Effusivgesteine zu den Tiefengesteinen der Gegend.

Weil die vorgeschilderten Konglomeratlager als intraformationär zu bezeichnen sind und meiner Ansicht nach auch andere Beweise für eine Diskordanz in der superkrustalen Reihe fehlen¹⁾, so liegt kein Anlass vor, die von Sederholm als »bottnisch« bezeichneten Plagioklasporphyrite oder Porphyroide in Kankaanpää und den »präbottnischen« Lavialit auseinanderzuhalten. Auf der Karte (zwischen Sikala und Isojärvi) ist ein Teil dieses Porphyroidgebietes sichtbar. Ebenso möchte ich das Uralitporphyritagglomeratgebiet einige km nordöstlich der Kirche von Suodenniemi zu derselben Gruppe wie den Lavialit rechnen.

Der *Plagioklasporphyroid* in Kankaanpää ist ein porphyrisches Gestein mit Einsprenglingen von Plagioklas. In den am wenigsten metamorphosierten Varietäten besitzen die dicktafeligen Plagioklaseinsprenglinge, bei einer Grösse von bis 2×5 mm, ziemlich gute idiomorphe Begrenzung. Ihre Zusammensetzung ist An_{40-43} . Die Grundmasse besteht aus Plagioklas (An_{40}), Quarz, Biotit und grüner Hornblende und ist vollständig zu einer granoblastischen Masse umkristallisiert. An einigen Stellen, z. B. in der Gegend von Sikala, ist er jedoch so stark metamorphosiert, dass die Einsprenglinge zu granulierten Linsen ausgezogen sind, und dass die Textur kristallisationsschiefzig ist. Es liegt somit auch in dem Grade der Metamorphose keine prinzipielle Verschiedenheit gegenüber dem Lavialit.

Da jedes Effusivgestein aus tiefer liegenden Magmareservoirn herkommen muss, so kann man auch hier die Frage erheben, ob sich die den Effusivgesteinen entsprechenden Tiefengesteine vorfinden.

Die einzige Gesteinsgruppe, welche in dieser Hinsicht in Frage kommen könnte, ist die Granodiorit-Gabbroreihe. Einen

¹⁾ Vergl. die auf S. 401 zitierten Aufsätze von SEDERHOLM und vom Verf.

direkten geologischen Zusammenhang zwischen den beiden Gesteinsgruppen habe ich nicht beobachtet.

In petrographischer Hinsicht herrscht aber eine grosse Übereinstimmung. Die Effusivgesteine lassen sich nach ihrer Mineralzusammensetzung in eine Reihe ordnen, die sehr gut der Granodiorit-Gabbroreihe entspricht. In der Tabelle I konnte auch der Porphyroid von Kankaanpää unter die Typen 3—4 eingereiht werden. Aus einem Vergleich mit der Tabelle II über die Granodiorit-Gabbroreihe geht hervor, dass in beiden Gesteinsgruppen dieselben Mineralassoziationen wiederkehren. Es ist auch von Gewicht, dass in den beiden Gruppen gerade die ähnlich zusammengesetzten Glieder die grösste Verbreitung besitzen, nämlich solche von quarzdioritischer Zusammensetzung. Von den Effusivgesteinen liegen 2 Analysen (10 und 11) vor. Die Osannschen Werte aus diesen Analysen sind hier unten mit denjenigen der am nächsten kommenden Glieder der Tiefengesteine zusammengestellt.

	s	A	C	F	a	c	f	n	m	$\frac{(\text{Fe, Mn})\text{O}}{\text{MgO}}$	k
Quarzdiorit, Lavia.....	66.06	4.49	6.13	12.60	3.9	5.3	10.8	7.1	9.5	5.6	1.28
Anal. 4.											
Porphyritoid, Löytökorpi...	69.89	3.66	6.19	10.41	3.6	6.1	10.3	7.2	8.5	5.7	1.56
Anal. 11.											
Quarzdiorit, Lavia.....	61.48	4.84	6.45	15.94	3.6	4.7	11.7	7.6	8.7	6.1	1.06
Anal. 5.											
Lavialit, Lavia.	60.96	4.00	7.94	15.16	2.9	5.9	11.2	6.4	8.2	5.9	1.11
Anal. 10.											

Die Übereinstimmung ist recht befriedigend z. B. unter den Werten für n, m und $\frac{(\text{Fe, Mn})\text{O}}{\text{MgO}}$, welche als charakteristisch für die gauverwandtschaftlichen Verhältnisse gelten.

Obgleich somit direkte Beweise fehlen, so deutet doch die sehr ähnliche Zusammensetzung darauf hin, dass die Tiefengesteinsäquivalente der behandelten Effusivgesteine in der Granodiorit-Gabbroreihe repräsentiert sind. Die geologischen Verhältnisse sprechen wenigstens nicht dagegen. Die Tiefen-

gesteine sind durchgehends jünger als die superkrustale Reihe, und selbst sind sie wieder von Ganggesteinen durchsetzt. Nach HARKER (l. c., S. 25) ist dies auch die normale Entwicklungsreihe der eruptiven Tätigkeit: zuerst Ergussgesteine, dann Tiefengesteine und zuletzt Ganggesteine.

	1.			2.			3.		
	Gew. %	Mol.- prop.	Mol. ‰	Gew. %	Mol.- prop.	Mol. ‰	Gew. %	Mol.- prop.	Mol. ‰
SiO ₂	66.18	1103	71.49	63.80	1063	68.94	61.38	1023	66
TiO ₂	0.48	6	0.39	0.69	9	0.58	0.85	11	0
Al ₂ O ₃	16.25	160	10.37	15.82	155	10.05	16.52	162	10
Fe ₂ O ₃	0.50	3	—	0.61	4	—	0.75	5	—
FeO	4.35	61	4.60	4.06	57	4.21	6.23	86	—
MnO	0.25	4	—	n. b.	—	—	n. b.	—	—
MgO	2.17	54	3.50	2.72	68	4.41	2.72	68	—
CaO	3.46	63	4.08	5.62	100	6.49	5.21	93	—
Na ₂ O	2.80	45	2.91	3.21	52	3.37	3.53	56	—
K ₂ O	3.90	41	2.66	2.77	30	1.95	1.97	21	—
P ₂ O ₅	n. b.	—	—	0.20	1	—	0.35	2	—
H ₂ O	0.85	—	—	0.64	—	—	0.86	—	—
	100.69		100.00	100.14		100.00	100.37		100
	7.			8.			9.		
	Gew. %	Mol.- prop.	Mol. ‰	Gew. %	Mol.- prop.	Mol. ‰	Gew. %	Mol.- prop.	Mol. ‰
SiO ₂	48.42	807	53.13	46.90	782	50.81	54.40	907	60
TiO ₂	0.90	11	0.72	1.37	17	1.11	0.76	10	0
Al ₂ O ₃	18.80	184	12.12	17.15	168	10.82	18.59	182	12
Fe ₂ O ₃	1.03	6	—	4.14	26	—	1.46	9	—
FeO	9.14	127	9.15	12.14	169	14.49	7.99	111	—
MnO	n. b.	—	—	0.14	2	—	0.40	6	—
MgO	4.55	114	7.50	5.01	125	8.12	3.61	90	—
CaO	12.89	230	15.14	10.90	195	12.67	6.62	118	—
Na ₂ O	1.50	24	1.58	1.51	24	1.56	3.13	50	—
K ₂ O	0.94	10	0.66	0.48	5	0.32	1.25	14	—
P ₂ O ₅	0.51	4	—	n. b.	—	—	n. b.	—	—
H ₂ O	1.18	—	—	0.57	—	—	1.62	—	—
	99.86		100.00	100.31		100.00	99.83		100

1. Granodiorit, westlich von Wälimäki, Lavia. Anal. EERO MÄKINEN.
2. Quarzdiorit, 2 km nordwestlich vom Naarajärvi, Lavia. Anal. EERO MÄKINEN.
3. Quarzdiorit, nördlich vom Naarajärvi, Lavia. „ „ „
4. Quarzdiorit, nördlich vom Naarajärvi, Lavia. Anal. EERO MÄKINEN.
5. Diorit, aus der Mitte des Gebietes III, Lavia. „ „ „
6. Gabbrodiorit, nördliche Spitze des Gebietes, Lavia. „ „ „
7. Gabbro, nördlich vom Naarajärvi, Lavia. Anal. EERO MÄKINEN.

4.			5.			6.		
Gew. %.	Mol.-prop.	Mol. %.	Gew. %.	Mol.-prop.	Mol. %.	Gew. %.	Mol.-prop.	Mol. %.
10.01	1000	65.15	56.06	934	60.96	50.52	842	56.51
1.06	13	0.91	0.60	8	0.52	1.50	19	1.28
6.61	163	10.62	17.61	173	11.29	19.64	192	12.88
0.79	5	—	1.65	11	—	1.73	11	—
6.70	93	6.71	7.59	106	8.42	8.16	114	9.66
n. b.	—	—	0.16	2	—	0.58	8	—
3.24	81	5.28	3.38	85	5.48	3.49	87	5.84
5.94	105	6.84	7.26	130	8.49	7.16	129	8.66
3.05	49	3.19	3.47	56	3.66	3.41	55	3.69
1.95	21	1.30	1.67	18	1.18	2.11	22	1.48
0.27	2	—	n. b.	—	—	n. b.	—	—
0.71	—	—	0.95	—	—	1.50	—	—
100.33	100.00	100.40	100.00	100.00	99.80	100.00	100.00	100.00
10.			11.			12.		
5.18	920	60.30	65.16	1086	69.89	63.50	1058	70.40
0.80	10	0.66	n. b.	—	—	0.57	7	0.47
8.61	182	11.94	15.56	153	9.85	16.08	158	10.51
2.74	17	—	2.11	13	—	0.12	1	—
5.23	72	7.35	3.39	47	5.02	3.37	47	3.32
0.42	6	—	0.36	5	—	0.07	1	—
3.09	77	5.05	2.40	60	3.86	2.47	62	4.12
9.09	163	10.70	6.70	120	7.72	4.93	88	5.85
2.40	39	2.56	2.54	41	2.64	2.94	47	3.13
2.05	22	1.44	1.47	16	1.02	3.05	33	2.20
n. b.	—	—	n. b.	—	—	0.15	1	—
0.60	—	—	1.11	—	—	2.11	—	—
100.21	100.00	100.80	100.00	100.00	99.36	100.00	100.00	100.00

5. Gabbro, westlich von Myllyharju, östlicher Rand des Gebietes III, Lavia. Anal. EERO MÄKINEN.

6. Lavialit, Gerölle im Konglomerat, Wälimäki, Lavia. Anal. EERO MÄKINEN.

7. Lavialit, südlich vom See Lavijärvi, Lavia. Anal. EERO MÄKINEN.

8. Porphyritoid, Löytökorpi, Kankaanpää. Anal. H. BERGHELL. (J. J. SEDERHOLM: Eine arch. Sedimentformation. S. 74).

9. Quarzdiorit, Sassi, Tottijärvi. Anal. J. G. SUNDELL. (V. HACKMAN: Bull. de la Comm. geol. de Finl. No 15, S. 50).

Tabelle IV.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Quarz . .	21.06	17.22	15.06	13.92	5.22	—	0.66	1.26	6.30	14.58	25.7	18.84
Orthoklas .	22.80	16.68	11.68	11.68	10.01	12.23	5.56	2.78	7.23	12.23	8.9	18.35
Albit . . .	23.58	27.25	29.31	25.68	29.34	28.82	12.58	12.58	26.20	20.44	21.5	24.63
Anorthit .	17.24	20.85	23.63	25.85	27.52	31.97	41.70	38.92	32.80	33.64	26.7	21.68
Corund . .	1.12	—	—	—	—	—	—	—	0.10	—	—	—
Diopsid . .	—	5.10	0.46	1.40	7.18	3.25	15.78	12.78	—	9.74	5.5	1.61
Hypersthen	12.79	10.06	15.81	17.30	16.67	9.28	18.03	23.10	21.94	9.56	8.5	10.55
Olivin . .	—	—	—	—	—	7.36	—	—	—	—	—	—
Magnetit .	0.70	0.93	1.16	1.16	2.55	2.55	1.39	6.03	2.09	3.94	3.0	0.23
Ilmenit . .	0.91	1.37	1.67	1.98	1.22	2.89	1.67	2.58	1.67	1.52	—	1.06
Apatit . .	—	0.31	0.67	0.67	—	—	1.34	—	—	—	—	0.31
Wasser . .	0.35	0.64	0.86	0.71	0.95	1.50	1.18	0.57	1.62	0.60	1.1	2.11

II, 4, 3, 3. II, 4, 3, 4. II, 4, 3, 4. II, 4, 3, 4. II, 5, 3, 4. II, 5, 3, 4. III, 5, 4, 3. III, 5, 4, 3. II, 4, 4, 3. II, 4, 3, 3.
 Harzos. Tonalos. Tonalos. Tonalos. Tonalos. Andos. Shoshonos. Auvergnos. Hessos. Bandos. Bandos. Harzos.

Tabelle V.

	S	A'	C	F	T	a	c	f	n	m	(Fe, Mn) O MgO	k
1.	71.88	5.57	4.08	8.10	0.72	6.3	4.6	9.0	5.2	10.0	5.7	1.44
2.	69.52	5.32	4.73	10.38	—	5.2	4.7	10.1	6.3	8.3	4.9	1.34
3.	67.58	5.03	5.56	11.24	—	4.6	5.1	10.3	7.3	9.5	5.8	1.29
4.	66.06	4.49	6.13	12.60	—	3.9	5.3	10.8	7.1	9.5	5.6	1.28
5.	61.48	4.84	6.45	15.94	—	3.6	4.7	11.7	7.6	8.7	6.1	1.06
6.	57.79	5.17	7.71	16.45	—	3.5	5.3	11.2	7.1	9.4	6.1	0.92
7.	53.85	2.24	9.88	21.91	—	1.3	5.8	12.9	7.1	7.6	5.5	0.97
8.	51.92	1.88	9.04	26.24	—	1.0	4.9	14.1	8.3	8.6	6.4	0.98
9.	60.94	4.18	6.91	15.88	—	3.1	5.1	11.8	7.8	9.2	6.0	1.11
10.	60.96	4.00	7.94	15.16	—	2.9	5.9	11.2	6.4	8.2	5.9	1.11
11.	69.89	3.66	6.19	10.41	—	3.6	6.1	10.3	7.2	8.5	5.7	1.56
12.	70.87	5.33	5.18	8.11	—	5.7	5.6	8.7	5.9	9.2	4.5	1.44
13.	53.66	4.05	5.22	27.80	—	2.2	2.8	15.0	7.9	8.1	5.8	0.86

Några ord om högfjällsslätternas utvecklingshistoria

af

OTTO NORDENSKJÖLD.

Förekomsten af klippgrundsplatåer i högfjällsområden har på senare tid varit föremål för stor uppmärksamhet, och detta ej minst i de skandinaviska länderna, hvilkas gamla bergskedja, halföns ryggrad, som bekant i hög grad karakteriseras af dylika platåer. Man träffar dem här i mycket olika höjdlägen, hvarvid de emellertid kunna återföras i två hufvudgrupper,¹ nämligen dels lägre, ofta särdeles väl utvecklade bergsslätter, i regel belägna i närheten af hafvet i områden, som ej nå mer än några hundra meters höjd, t. ex. i Finnmarken, där den jämna platå, som afskäres af Nordkaps klippbranter, är för alla turister väl bekant. Till denna typ höra också de vackra klippplatåerna i Nordväst-Spetsbergen, som nyligen blifvit beskrifna af G. DE GEER. För det andra förekomma dylika platåer, vanligen ganska starkt sönderstyckade och i detalj ojämna, också på tämligen höga nivåer inom breda bergskedjor; de vackraste exemplen inom Skandinavien träffa vi i »Hardangervidda» i Sydnorge. Det är närmast denna grupp af fjällslätter jag i det följande önskar ägna några ord.

Så ofta dessa slätter än nämnas i litteraturen, så saknas dock tills vidare ingående morfologiska beskrifningar af dem. För framläggande af en sådan föreligger emellertid den små-

¹ Jag bortser här och i det följande alldeles från den norska »strandfladen», som åtminstone af DE GEER genetiskt sammanförts med de högre fjällplatåerna: min uppfattning af denna, tolkad från ungefär samma synpunkter som i det följande beröras, har jag nyligen framlagt i en uppsats i Geogr. Zeitschrift, Jahrg. 1914, s. 434 o. f.

righet, att det norska topografiska kartverket i allmänhet ej framskridit till de trakter, där de äro bäst utvecklade. Dock saknas ej kartor öfver detaljområden; öfver trakten kring Bergensbanan vid Finse samt Hardangerjökeln finns t. ex. en karta af F. QVALE. En sådan karta låter oss se detsamma som för öfrigt framgår af hvarje vandring tvärs öfver dessa trakter, äfven i områden, såsom t. ex. söder och SO om de nämnda, där platån är ännu bättre framträdande, nämligen att det här icke alls är fråga om någon verklig »slätt», på sin höjd om ett antal vågiga slättrester, belägna på olika nivåer växlande inom flera hundra meter; härtill komma enstaka högre partier samt de djupare dalar, som genetiskt torde vara att skilja från det öfriga.

Den bästa redogörelsen i kortfattad form för dessa platåer jämte sammanställning af föreslagna förklaringar af deras uppkomst återfinnes i A. G. HÖGBOM's »Fennoskandia». De senare kunna i allmänhet hänföras till tvenne hufvudgrupper, nämligen dels sådana som utgå från att fjällslätterna bildats in situ, dels sådana som antaga, att de ursprungligen legat i hafvets nivå och sedan blifvit upplyfta. Den enda kraft, som i det förra fallet synes kunna tänkas ha varit verksam, är isen. På detta sätt har E. RICHTER i ett välkändt arbete velat förklara högfjällsviddernas uppkomst, och själf har jag oberoende af RICHTER i ett för flera år sedan skrifvet arbete tänkt mig den möjligheten, att en liknande högfjällsplatå i Grönlands kustland kunde förklaras på så sätt, att ur isen uppstickande nunatakter under en period af ej alltför stor isutbredning eller isrörelse fortare än omgifvande berggrundsområden förstördes af frostvittring och isens bortförande verksamhet. För denna förklaring talar dels ett rent teoretiskt betraktelsesätt, dels den omständighet att i nutiden de allra jämnaste fjällplatåerna äro just de områden, som täckas af de stora platåisarna. Detta gäller t. ex. i det nyssnämnda området kring Finse i utpräglad grad för Hardangerjökeln, och man må ej tro att denna företeelse är skenbar och skulle bero på att isen döljer ter-

rängens ojämnheter; om isen smälte bort, skulle naturligtvis bergytan i detalj visa sig vara mera ojämn än den nuvarande glaciärytan, men de absoluta höjddifferenserna på denna stora platå skulle säkerligen då vara ännu mindre än de nu framträda inom isfältet.

Jag anser det likväl nu icke troligt, att isen under frostvittringens medverkan skulle åstadkomma ett sådant resultat. Resultatet af isens verksamhet torde i allmänhet gå ut på att bevara och ytterligare skärpa den landskapstyp den från början träffar. I ett sönderskuret landskap ger den alltså upphof till ännu djupare dalar, ett någorlunda jämnt landskap blir genom den ändå jämnare i sina stora drag. Så har nog i allmänhet varit fallet på den svenska urbergsslätten, och på så sätt kan nog också högfjällsviddernas morfologi till en del tillskrifvas isverkan, men i det stora hela äro dessa platåer säkerligen äldre än istiden, och om de stora platåglaciärernas underlag bilda de jämnaste fjällslätterna, så beror detta på att isen legat längst kvar på de ställen, där terrängen i tillräckligt högt läge från början varit jämnast och minst afbruten af nunataker, hvilka genom sin inverkan påskynda issmältningen, och underlagets jämna form har af isen endast bevarats för en senare, postglacial förstöring.

Sannolikheten talar sålunda starkt därför, att högfjällsslätten en gång utbildats och legat nära hafvets nivå, att den alltså varit ett mer eller mindre moget peneplan, och att den sedan upplyftats till sin nuvarande höjd. En sådan åsikt har utvecklats af REUSCH,¹ och den har i senare tid med skärpa framlagts af G. DE GEER² såväl i fråga om Spetsbergen som för en del norska områden, hvarvid han ifråga om Spetsbergen med dess rika formationsväxling trott sig kunna visa, att slätten är ganska ung och att landhöjningen försiggått i sentertiär tid. Det kan ju ej förnekas, att vissa drag, t. ex. hvad här ofvan påpekats rörande slättkaraktärens goda bevarings-

¹ Norges geol. unders., Aarbog 1900, nr 32, s. 130.

² Jfr Ymer 1913, s. 261 o. följ.

tillstånd under ännu kvarliggande iskakor, synes tala för att afven de centralnorska fjällslätterna äro af samma ålder, men olikheterna äro dock så stora, att man ej får utan vidare på dessa öfverflytta erfarenheterna från Spetsbergen. Att sådana slätter bli mindre jämna, när man kommer på större höjd och längre afstånd från hafvet, är blott hvad man har att vänta, men svårare är att tolka hvad af mig redan framhållits, att det som i första hand ser ut som en sönderskuren slätt vid granskning ofta visar sig bestå af flera platårester, belägna på tillräckligt olika och oregelbundet växlande nivåer för att ej lätt kunna återföras på en enda ursprungligen sammanhängande, blott genom olikformig deformation af jordskorpen rubbad platåslätt. Söker man härvid rekonstruera en gammal peneplan-
yta genom att sammanbinda de högre åsarna, stöter man på stora svårigheter och hela problemet kompliceras, och att som REUSCH försökt tänka sig i stort sedt två olika slättnivåer öfver hvarandra, motsvarande två olika stadier i peneplanets upplyftning,¹ leder i sina konsekvenser till teoretiska osannolikheter och kan ej ens på ett lokalt område undanröja svårigheterna. Närmare kan jag här icke ingå på dessa frågor, för en grundlig behandling af ämnet är det alldeles nödvändigt att kunna stödja sig på ett mycket mera ingående morfologiskt detaljmaterial än jag nu kunnat disponera, och därvid helst på ett betydligt rikare kartmaterial än som nu föreligger.

Det var därför ett synnerligen viktigt uppslag, när HÖGBOM i sitt nyss citerade arbete visade, att hvad som hittills gällt som det bästa exemplet på två väl utvecklade peneplanslätter belägna öfver hvarandra, nämligen Hallingskarven och den vid dess fot belägna fortsättningen af Hardangervidderna, kunde förklaras på särskildt sätt, i det den förra utgör ett stycke af en öfverskjutningsskolla af yngre bergarter med utprägladt horisontell lagring, under det den senare bildar en del af den jämna, subkambriska denudationsyta, öfver hvil-

¹ Anf. arbete, sid. 132.

ken de yngre bergarterna skjutits fram. Fjällslätterna här motsvara sålunda alldeles den dubbla platåkaraktär, som möter oss i Västgötabergen och deras omgifning, ehuru lagerföljden ju där är normal. Att i det norska exemplet endera ytan motsvarar ett ungdomligt, starkt förstördt peneplan förblir väl i alla fall sannolikt, men utan mycket mera omfattande och detaljerade undersökningar är det omöjligt att afgöra om hvilkendera det gäller. Hallingskarvens yta vid ungefär 1 900 *m* är i denna trakt synnerligen jämn, men den lägre platån är dock den härskande i »viddernas» landskap, och med de inskränkningar ofvan anförts är också dess karaktär af högslätt ytterst utpräglad.

Med den lagerställning som härskar i detta område blir emellertid en tendens till erosion efter subhorisontella ytor möjlig att förstå, äfven utan att bergskedjan behöfver ha varit neddenuderad till hafvets nivå. Det blir då af stor betydelse att fråga sig, om en sådan förklaring är möjlig äfven i andra delar af vårt område. Åtminstone för Finnmarken, där eljest platåkaraktären är bättre utbildad än i någon annan del af den fennoskandiska veckningszonen och dess gränsområden, såvidt jag känner dessa, anser jag att denna förklaring ej är utesluten. Man kan åtminstone i det inre af Porsangerområdet lätt visa, att de nästan horisontellt liggande gaisabergarterna hvila på ett någorlunda jämnt, svagt undulerande underlag af betydligt äldre bergarter (säkerligen urberg), och det låter mycket väl tänka sig, att vissa platåslätter i dessa trakter just utgöras af denna frampreparerade yta. Hur det i detta hänseende förhåller sig i Nordväst-Spetsbergen vågar jag ej bestämdt uttala, men det förefaller som om en liknande tolkning äfven där icke vore utesluten.¹

¹ J. FRÖDIN anser det visserligen för de lapländska fjällområdena uteslutet, att de stora denudationsytorna skulle vara tektoniskt betingade (Sv. Geol. Unders. Årsbok 7, n:o 4, s. 63). Att de uteslutande skulle bero af bergartsbeskaffenheten är ju ej heller sannolikt, men att de delvis kunna göra detta synes mig ej vederläggas af de skäl som framlagts, och i hvarje fall kunna dylika iakttagelser ej generaliseras.

Om vi alltså endast hålla oss till Skandinavien och möjligen Spetsbergen, se vi att för uppkomsten af fjällslätterna tre förklaringar äro möjliga: peneplanbildning jämte efterföljande upplyftning i sen tid, utpreparering af äldre denudationsytor genom inverkan af de vanliga förstörande krafterna samt slutligen förstöring genom frostvittring och is. Denna sistnämnda inverkan torde dock ej hafva någon stor betydelse för den första uppkomsten af fjällslätten i större skala; isen har däremot, där de redan funnos, bevarat dessa för sönderstyckning och förstöring, och de äro därför bättre utbildade ju längre tid isen legat kvar. Att däremot bestämdt afgöra hvilken af de förstnämnda påverkningarna varit bestämmande hufvudorsak är för närvarande icke möjligt. Mot uppfattningen af fjällslätterna som delar af några få ungdomliga, sammanhängande peneplan talar onekligen deras egen morfologi, sådan den vid detaljstudier framträder. Att alltså för Norges vidkommande utgå från denna möjlighet som ett redan bevisadt faktum synes mig icke tillåtligt.

Det blir under dessa förhållanden af allra största intresse att söka påträffa liknande bildningar i andra områden, där en förklaring af deras uppkomst möjligen lättare kan vinnas. I Grönland träffa vi ett landskap, hvars berggrundsformer starkt erinra om Norges, medan dess tektonik är en helt annan, i det bergskedjeveckning och öfverskjutningar i regel icke synas förekomma. Genom NATHORST's i så många hänseenden uppslagsrika expedition till Ostgrönland 1899 framträdde för första gången tydligt skillnaden mellan den yttre skärgårdens och öarnas alptoppar, ett mellanliggande bälte af gamla, delvis horisontellt liggande bergarter samt i fjordarnas inre förgreningar ett bortåt 2,000 *m* högt urbergslandskap med plattformar, som alldeles påfallande erinra om dem man ser i de innersta delarna af Sydnorges stora fjordar (t. ex. Hardangerfjorden); redan afbildningarna i NATHORST's reseverk visa oss klart dessa motsatser.¹ Alldeles utesluten är visserligen

¹ Två somrar i Norra ishafvet, II, s. 257, 269 m. fl.; jfr s. 299, 307 m. fl.

icke just här, där afståndet till det kambriska täcket är så ringa, en förklaring liknande den jag förut antydt för Finnmarken med dess täcke af gaisabergarter på urberg, men den är dock icke här sannolik. Därtill kommer, att jag på Grönlands västkust träffat samma natur om möjligt än mer framträdande i äkta urbergsområden långt från andra yngre bildningar, t. ex. i det stora delvis istäckta massivet kring södra Strömfjorden (Kangerdlugsuak) mellan Holstensborg och Sukkertoppen.¹

Att stora delar af Grönland i sen tid undergått en högst betydande höjning framgår däraf, att tertiära aflagringar på ostkusten träffas ännu vid en höjd af omkring 500 meter och på västkusten (jämte öfversta krita) ännu vid nära 1,000 *m* höjd. Därigenom blir onekligen för detta område åsikten om ett tertiärt eller senmesozoiskt peneplan, som först åtminstone i randområdena sänkts under hafvet, och sedan lyftats upp till sin nuvarande höjd, hvarvid troligen slättlandskaraktären bevarats framför allt genom istäckets skyddande inverkan, i hög grad sannolik. Äfven om man skulle tänka sig, att i något område jämte isen ett i sen tid bortdenuderadt täcke af tertiärbergarter bidragit till plåtåkaraktärens bevarande, så inverkar detta ej väsentligen på vår uppfattning af områdets utvecklingshistoria.

De undersökningar öfver fjällslätternas natur och utvecklingshistoria jag i Grönland och Norge haft tillfälle utföra, ha ledt mig till den uppfattningen, att deras tillvaro är betingad af en samverkan af alla tre de orsaker som här diskuterats: äldre tektonik, peneplanbildning med efterföljande upplyftning samt inverkan af frostvittring och is. I hvarje fall bör man nog vara försiktig när det gäller att från hvarje påvisad klipp-platå genast draga slutsatser rörande de stora dragen i områdets utveckling. Men liksom just på senaste tid »strandfladens» undersökning tagit ett stort steg framåt,

¹ Anf. arb. sid. 430.

är det att hoppas att detaljundersökningar af fjällsslätterna i områden där goda kartor finnas och under samtidigt aktgifvande på typens geografiska utbredning också skola leda till en säkrare tolkning af dessa egendomliga och viktiga bildningar¹.

¹ Betydelsen af dylika undersökningar framgår bäst i ljust af de vidtgående slutsatser W. WRÅK sökt draga, under antagande att alla fjällslätter representera ett antal väl skilda denudationsnivåer i Skandinaviens utvecklingshistoria. På dessa frågor har det emellertid ej varit min afsikt att här ingå.

Oolit med kraftiga böljslagsmärken vid Klintebys på Gotland.

Af

HENR. MUNTHE.

(Härtill Tafl. 9.)

Af direktör NILS BROANDER i Visby blef jag på försommaren 1910 uppmärksamgjord på, att ett område af kalksten, som visade egendomliga, kraftiga räfflor, hvilka icke kunde vara glacialräfflor, hade blottats invid Klintebys' herrgård i Klinte socken vid en då nyligen fullbordad afschaktning för den nya järnvägens räkning. Platsen besöktes sedermera den 27 juli samma år af THORE HALLE och mig under en gemensam resa i och för förberedelser till geologkongress-exkursionerna på hösten s. å., och vi konstaterade därvid, dels att hällen i fråga utgjordes af *oolit*, hvilande på sandsten, dels ock att »räfflorna» voro *praktfulla böljslagsmärken*, hvilkas ryggar visade glacial afslipning och repning, äfvensom att afrymningsjorden bestod af moränmargel. På grund af bristande tid kunde lokalen då icke blifva föremål för en närmare undersökning, men en sådan utfördes af mig senare, förnämligast vid ett besök år 1911. Stället förevisades för deltagarna i kongress-exkursionen C₃ den 5 sept. 1910¹ och väckte ganska stor uppmärksamhet.

¹ Jfr Compte Rendu Congrès Géologique International 1910. Stockholm 1912, sid. 1350.

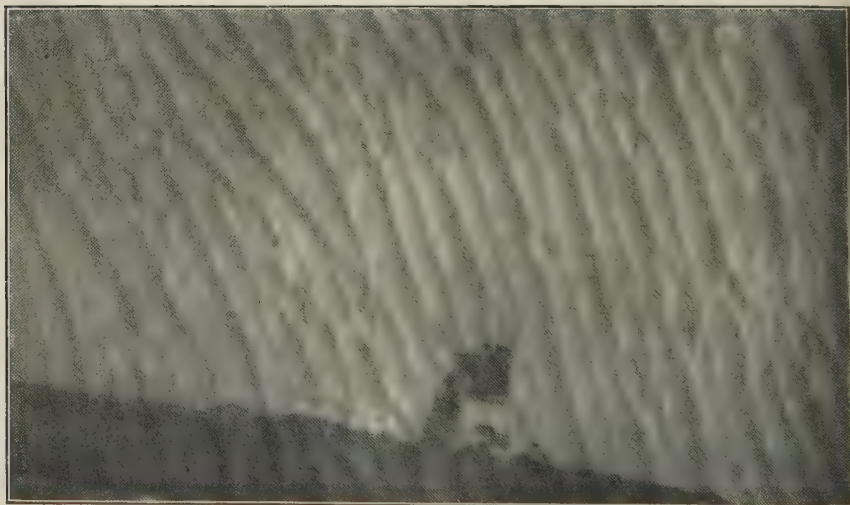
Lokalen är belägen c:a 100 *m* NW om Klintebys och omedelbart Ö invid den här framdragna järnvägen mellan Klintehamn och Klintebys. Trakten är flack med svagt fall mot NW, betingadt af att den moräntäckta berggrunden svagt trappstegsformigt sänker sig åt samma håll, från det blottrade oolitområdets NW:a del räknadt. Detta område upptar en areal af c:a 200 *hvm*, medan i NW den underliggande sandstenen kommer till synes, hufvudsakligen i ett här upptaget afloppsdike.

Ooliten, som är medelgrof men ojämnt kornig, med kornen sammankittade af kalkspat, har en sammanlagd mäktighet af 0,20—0,25 *m*. Dess öfre del, som är hård och fattig på fossil, mäter 0,15—0,2 *m* mäktighet, medan dess undre, något lösare och tämligen fossilrika del är blott 4 å 5 *cm* mäktig. Oolitens underlag utgöres, som nämnt, af *sandsten*, mestadels utbildad såsom traktens vanliga finkorniga kalksandsten. Dess synliga mäktighet är här c:a 1,6 *m*. Sandstenens öfre yta företer vanligtvis talrika uppskjutande partier och mellanliggande, af ooliten utfyllda, några *cm* djupa gropar af oregelbunden form, det hela påminnande om *korrosionsgropar*. Sannolikt äro de också att uppfatta såsom sådana och ett bevis för, att sedimentationen under någon tid varit afbruten. Därefter hafva ändrade förhållanden inträdt, under hvilka oolitafsättningen försiggått, tydligtvis på grundt vatten eller möjligen delvis vid själfva stranden, något hvarpå enstaka rundade bollar af sandsten i oolitens bottenlager tyda.

Inom det blottade området stupar oolitens öfre yta i stort sedt svagt — en eller annan grad — mot söder.

Figur a, Tafl. 9, visar det allmänna utseendet hos oolitens öfre vågiga yta. Ryggarna löpa i stort sedt ungefär i NO—SW, men förete i smått den för böljslagsmärken karakteristiska, ofta återkommande svagt slingrande formen samt där och hvar anastomoserande ryggar. Detta senare är synligt t. ex. å fig. b, Tafl. 9, samt å fig. 2. (Jämför fig. 1, som visar *nutida böljslagsmärken i sand på Vätterns botten*, 3 å

4 m under vattenytan.) Oolitryggarna hafva i stort sedt svagt rundad yta (se dock nedan). Deras bredd, räknad från »vågdalarnas» midt, är i medeltal 0,7 m, i det att på en sträcka af 18—19 m räknades 26 ryggar. De högsta ryggarna mäta — från »vågdalarnas» botten och till krönet — tämligen konstant 6 cm, medan höjden i öfrigt är något mindre.



H. MUNTHE fot. 1/7 1915.

Fig. 1. *Böljslugsmärken i sand* å Vätterns botten N om Sandön, c:a 1 mil WNW om Motala. På 3 å 4 m djup. Kameran hölls c:a 1 m öfver vattenytan.

De på ryggarna förnämligast å fig. a, Tafl. 9, synliga mörkare fläckarna betingas af mera grofoolitiska partier, som vid vittring erhållit en högre halt af järnoxidhydrat än ooliten i gemen, hvilken är svagt gulaktig, medan fläckarna äro brunaktiga.

Det förtjänar anmärkas, att äfven det undre oolitlagret visar böljslugsmärken, men dessa äro otydliga (fig. a, Tafl. 9, till höger i förgrunden), och ryggarna gå här i ungefär ONO—WSW, alltså i en något annan riktning än den hos de yngre ryggarna.

Den ofvan beskrifna allmänna karaktären på fenomenet

ådagalägger, att detsamma är primärt och tillkommet genom vågrörelsen i silurhafvet.

Ett annat här förefintligt fenomen är, såsom förut blifvit antydt, af *glacial* natur. Oolitryggarna äro nämligen afslipade och försedda med smala glacialräfflor och -repor, hvilka



H. MUNTHE fot. 1915.

Fig. 2. Visande en del af området med oolit med böljsslagsmärken. Å ryggen med hammaren synes en tydlig kant, uppkommen genom glacial afslipning. Området sedt från N mot S.

inom områdets västra del hafva riktningen N 25° å 35° O, alltså i rätt skarp spetsig vinkel mot ryggarnas hufvudriktning (se fig. b, Tafl. 9, hvarest de inlagda pilarna angifva ställen, där reporna äro bäst synliga), inom områdets östra del åter öfvervägande i riktningar växlande mellan N 60° och N 45° O. Sistnämnda repor äro i allmänhet mindre markerade; dock synes man icke kunna uppfatta dem såsom ett från det förra till tiden nämvärdt skildt »system». Graden

af afslipningen å oolitryggarna är äfven olika, i det att de mot SO vettande sidornas rundning i regeln är något mera afplanad än den å ryggarnas NW-sida. Afslipningen har på en del ryggar gått så långt, att en rätt markerad kant uppkommit, liknande kanten hos flygsandslipade stenar. Detta framträder tydligast vid och bortom hammaren å fig. 2. Det är mera sällan reporna kunnat följas ända ner till »våg-dalarnas» botten.

Den omständigheten, att de öfre oolitryggarna, hvilka samtliga tillhöra en och samma skiktyta, icke afplanats mera än hvad är fallet, får väl tillskrifvas den orsaken, att det närmast yngre oolitskiktet bortförts en kort tid innan moränens rörelse öfver berggrunden helt afstannat.

Det är tack vare disponenten EDVARD KRISTIANSSONS, Klintebys, vaksamhet, som detta hållområde blifvit bevaradt, ty vid järnvägsanläggningen voro arbetarna redan i full fart med att bryta upp oolitskollan, då KRISTIANSSON ingrep och förhindrade förstörelsen. Det förtjänar tilläggas, att ägaren af Klintebys, häradshöfding TH. AF EKENSTAM, på min framställning lofvat, att området för framtiden skall bevaras och, om så skulle anses önskvärdt, blifva naturskyddadt.

Förklaring till Tafl. 9.

Fig. a. Denna bild visar större delen af området för oolit med böljsslagsmärken vid Klintebys, sedt från norr. Att observera äro särskildt de å ryggarna förefintliga mörka partierna, hvilka betingas af anhopningar af gröfre oolitkorn, hvilka vittrat mera än den öfriga ooliten. Till höger i förgrunden synes oolitlagrets undre del med otydliga ryggar. Järnvägsbanken (hufvudsakligen moränmargel) synlig omedelbart bakom kalkstensområdet.

Fig. b visar en del af området i fråga, sedt från ungefär SSW. Bl. a. synas ryggarnas böjning, anastomosering och repning (från N 25° å 35° O), denna senare delvis förtydligad genom inlagda pilar.



a



b

Essais de Paléontologie expérimentale

par

CHARLES FRAIPONT.

Communication préliminaire.

Introduction.

Présenté par l'Académie Royale des Sciences de Belgique et désigné par arrêté royal pour occuper à la station zoologique de Naples une des tables réservées aux savants Belges, j'ai pu pendant l'hiver 1914 (Janvier, Février et Mars), entreprendre un travail auquel j'avais pensé depuis longtemps et qui consistait à reprendre et à compléter au moyen du matériel si important qu'offre aux naturalistes le golfe de Naples, les expériences du professeur A. G. NATHORST sur les traces formées par le passage d'animaux marins sur les fonds de natures minéralogiques différentes.

J'ai réussi aussi à obtenir ainsi un grand nombre de traces et à en conserver le moulage en plâtre; elles viennent à l'appui des théories du savant maître de l'académie de Stockholm et ces notes préliminaires auraient vu le jour depuis longtemps déjà si, en raison des circonstances amenées par la guerre, les sociétés scientifiques belges n'avaient momentanément dû cesser leurs publications.

Je suis heureux de pouvoir, grâce à l'hospitalité que veut bien m'accorder la « Geologiska Föreningen », faire paraître sans plus de retard ces notes préliminaires et j'adresse mes plus vifs remerciements et l'assurance de ma reconnaissance

au professeur NATHORST, à monsieur le secrétaire de la société et aux membres de cette société savante. Ces notes préliminaires donneront un simple aperçu de ce que j'ai pu obtenir, je compte par après figurer les photographies des moulages des traces en regard des fossiles problématiques auxquels elles se rapportent, mais pour cela force m'est bien d'attendre des temps moins troublés.

Je dois des remerciements à la direction et au personnel de la station zoologique de Naples qui m'ont facilité le travail par l'amabilité avec laquelle ils m'ont reçu là bas et procuré le matériel nécessaire; merci donc au Pr DOHRN, à Mr LINDEN, aux D^{rs} CERRUTI et STIASNY etc. etc. dont je n'ai eu qu'à me louer pendant mon séjour à l'admirable station zoologique de Naples.

Mon but était d'obtenir des traces du plus grand nombre possible d'animaux marins et de les comparer aux fossiles problématiques si nombreux dès les terrains sédimentaires même les plus anciens.

J'étais convaincu qu'il y avait quelque chose à faire dans la voie où s'était engagé le professeur NATHORST et mes nombreuses expériences m'ont permis de confirmer et de compléter celles de ce savant. J'ai rapporté de Naples des centaines de moulages en plâtre des traces obtenues; beaucoup représentent d'une manière frappante des fossiles problématiques variés. Les traces d'une même espèce varient souvent avec la nature minéralogique du fond, il fallait donc obtenir des traces sur des fonds marins de nature minéralogique variée et comparer par après avec des fossiles problématiques tels que: *Nereites*, *Phyllocytes*, *Crossochorda*, *Chondrites*, *Harlania*, *Bilobites* ou *Cruziana* etc.

J'ai pu expérimenter de la sorte un très grand nombre d'animaux, des Echinodermes, des Mollusques, des Vers, des Arthropodes et même quelques poissons et le résultat obtenu a parfois dépassé mon attente.

Un travail du genre de celui que j'ai entrepris est pour ainsi dire d'une amplitude indéterminée et je vois un véritable intérêt à le publier par parties car cela me permettra de le compléter par de nouvelles expériences que je compte entreprendre dans le même ordre d'idées.

J'ai aussi tenté à Naples avec succès des essais de fossilisation sur des organismes très mous et rapidement décomposés, tels les Scyphonophores, les Acalèphes, les Ascidies etc. Mon travail sera complété par des expériences faites à Naples, à Ostende et à Liège sur les riple-marks, les fissures de desséchement ou de retrait, les traces dues au vent, à la pluie et au ruissellement.

Le professeur A. G. NATHORST, dont les beaux travaux ont inspiré mes recherches, a bien voulu m'autoriser à lui dédier ces notes, je l'en remercie très vivement.

Je crois pouvoir affirmer que les *Bilobites* ou *Cruziana* sont des traces comme le pense M^r NATHORST, on verra plus loin que *Echinocardium cordatum* produit des traces tout à fait analogues dans un sédiment crayeux.

Il n'est plus discutable que les vers produisent aussi bien *verticalement* qu'*horizontalement* dans les sédiments des traces ramifiées semblables à certaines *Chondrites*. J'ai observé que certains crustacés en nageant près du fond y produisent de belles *Harlanies* et que d'autres crustacés dessinent sur le fond des *Nereites* etc.

L'une des conclusions et non des moindres que l'on pourrait tirer de mon travail est que la connaissance des causes actuelles est aussi indispensable au paléontologue qu'au géologue; il montrerait aussi, si cela n'était déjà plus que démontré, que la connaissance des sciences biologiques, Zoologie et Botanique tout au moins, est absolument indispensable à celui qui veut étudier les fossiles d'une façon vraiment scientifique. Si cette observation paraît vaine en Suède elle a sa raison d'être dans

mon pays, où quelques paléontologues veulent traiter les fossiles comme des timbres-poste ou des médailles et croient pouvoir se passer des sciences de biologie actuelle et ignorer même les lois de l'évolution, c'est peut-être parfois le manque de connaissances générales qui a poussé certains savants à critiquer les hypothèses du professeur NATHORST; que les incrédules fassent comme moi, qu'ils l'imitent et qu'ils vérifient et ils seront éclairés.

RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS QUE J'AI FAITES EN 1914 À LA STATION ZOOLOGIQUE DE NAPLES ET CONSÉQUENCES QUE L'ON PEUT EN RETIRER.

J'ai d'abord pu constater que si chaque espèce donne des traces caractéristiques spéciales à chacune d'elles, quoique parfois *analogues* aux traces d'autres espèces parfois même de groupes zoologiques bien distincts, chaque espèce donne aussi des traces variant profondément avec la nature minéralogique et la consistance du fond sur lequel ces traces sont marqués.

Bien entendu la trace d'une même espèce sera très différente si elle a été produite par l'animal nageant près du fond ou marchant, glissant ou courant sur le sédiment.

Toutes mes expériences ont été faites de telle sorte que l'animal soit dans ses conditions biologiques habituelles, j'ai toujours tâché d'obtenir les traces sous une épaisseur suffisante d'eau, évitant pour l'instant de tenir compte des traces que pourraient laisser des animaux rejetés sur le rivage.

J'ai obtenu des traces d'animaux appartenant aux groupes zoologiques suivants:

Echinodermata	{Asteroidea	{Ophiuroidea	
		{Asteroidea vera	
	{Echinoidea	{Echinidea vera	
{Holothurioidea			
Vermes Annelida			

Mollusca . . .	} Gasteropoda Lamellibranchiata
Arthropoda . .	
Chordata . . .	Pisces.

1. Echinodermata.

A. Asteroidea.

α. Ophiuroidea.

J'ai expérimenté: *Ophioderma longicauda*, *Ophiotrix* sp., *Ophiopsila aranea*, *Ophioglypha lacertosa*, *Ophioglypha albida*.

J'ai obtenu d'excellentes traces d'*Ophioderma longicauda* et d'*Ophioglypha lacertosa*; celles de ce dernier type ont ceci de remarquable que souvent l'animal, après avoir progressé en se soulevant sur ses 5 rayons et en effectuant une sorte de saut, reste quelques instants en place; le disque et l'extrémité des rayons maintenus au sol, il fait osciller de droite à gauche et de gauche à droite la partie médiane des rayons et laisse sur un sol crayeux une empreinte rappelant une Astéroïde et non une Ophiuride. J'ai d'excellents moulages de ces traces paradoxales. C'est à ma connaissance la seule Ophiuride qui agisse de la sorte; les autres, lorsque le disque de leur corps est immobile, agitent leurs rayons d'une façon plus ou moins désordonnée et aussi bien l'extrémité que la partie moyenne du rayon; leur trace est alors représentée par une série de lignes de courbures très variable portant une série d'appendices plus fins droits ou courbes; on reconnaît parfois l'empreinte nette d'un bras ou l'empreinte frustrée d'un disque. Les traces de ce type, celles d'*Ophioderma longicauda* par exemple, rappellent celles de certains vers munis de pseudopodes quand ils ne marchent pas mais font glisser obliquement une partie de leur corps sur le sol en maintenant immobile l'autre partie. Certaines formes d'algues(?) fossiles sont à rapprocher de ces traces.

β. Asteroidea vera.

J'ai expérimenté: *Astropecten aurantiacus*, *Asterias glacialis*, *Hacelia attenuata*, *Asterina gibbosa*, *Astropecten bispinosus*, *Echinaster sepositus*, *Asterias tenuispina*.

Astropecten aurantiacus donne sur le sable grossier des environs de Naples des traces rappelant absolument ce que l'on a appelé traces de gouttes de pluie de nos terrains gréseux paléozoïques (psammites du Condroz-Coblencien etc.) toutes les autres Astéroïdes et même les Échinides de grande taille laissent des traces analogues.

Le fond sableux du grand aquarium de la station zoologique (Echinodermes) ayant été renouvelé a présenté pendant plusieurs jours, grâce aux promenades des Astéries et des *Echinus melo*, l'aspect caractéristique d'un banc de grès couvert de ces prétendues traces de gouttes de pluie.

Asterias glacialis, quoique de plus grande taille qu'*Astropecten*, donne des gouttes de pluie plus petites à cause des dimensions moindres de ses ambulacres.

Sur un sédiment fin au contraire (craie, boue, argile) chaque astéride donne une trace distincte, ces traces sont à rapprocher des *Néantia* que LEBESCONTE considère comme des spongiaires, (Soc. géol. de France — 1886 pp. 132 et suivantes, pl. 34, 35 et 36.)

Tout ceci sera figuré évidemment dans mon travail définitif.

B. Echinoidea.

α. Echinoidea vera.

a. Regulares.

J'ai expérimenté: *Echinus microtuberculatus*, *Strongylocentrotus lividus*, *Sphaerechinus granularis*, *Dorocidaris papillata*, *Arbacia pustulosa*.

J'ai obtenu d'excellentes traces de tous ces types sauf du *Dorocidaris*. Toutes ces traces se ressemblent plus ou moins

quoique chaque espèce puisse être reconnue à sa trace. Certaines rappellent à s'y méprendre les *Neantia* de LEBESCONTE et des fossiles du marbre noir à *Palechinides* (de DINANT) considérés comme problématiques par DE KONINCK, DEWALQUE et JULIEN FRAIPONT; je figurerai ces fossiles en regard de ces traces. Les traces ont été obtenues sur un sédiment crayeux, nous avons dit que sur le sable grossier elles rappellent plus ou moins les traces d'Astéroïdes.

b. Irregulares.

Je n'ai pu étudier qu'*Echinocardium cordatum* mais le résultat obtenu en faisant circuler cet oursin sur un sédiment crayeux est du plus haut intérêt. Sa trace en effet rappelle et explique complètement les *Bilobites* ou *Cruziana* que le P^r NATHORST a le mérite d'avoir considérées comme des traces.

La bouche en forme de drague d'*Echinocardium cordatum* forme dans le sol crayeux un sillon médian peu enfoncé; les ambulacres forment de part et d'autre de ce sillon presque plan deux plus larges sillons ornés de stries inclinées sur l'axe de la trace de sorte que, si l'on prend le moulage de cette trace, on obtient un sillon étroit bordé de part et d'autre de deux bourrelets assez larges ornés de stries obliques, c'est-à-dire une empreinte du type *Bilobites* ou *Cruziana*.

Echinocardium recouvre sa trace d'un mucus abondant, ce qui suffirait à expliquer une légère différence de nature minéralogique entre la trace et la roche qui la renferme. Cet oursin s'enfonce dans le sol, ce qui expliquerait les *Cruziana* qui parfois plongent dans la roche et ne sont pas toujours interstratifiées.

Bien entendu je ne vais pas prétendre que les *Cruziana* sont des traces d'*Echinocardium*, ni même me déclarer convaincu que ce sont des traces d'Echinodermes, mais mon expérience prouve que, contrairement aux affirmations des contradicteurs de NATHORST, des animaux peuvent laisser des traces telles que les *Cruziana*, et que rien de ce que nous montre le mode

de gisement de ces fossiles ne prouve qu'il ne s'agisse pas tout simplement de traces. Rien de plus logique, au fait, que nous ne trouvions pas un animal actuel qui laisse des traces *identiques* aux *Cruziana*, fossiles très anciens et qui ne sont représentés que dans des couches d'âge bien limité. Mais il n'est pas douteux que si quelque paléontologiste trouvait dans le silurien la reproduction de nos traces d'*Echinocardium* il les décrirait comme une forme très voisine des *Cruziana*.

β. Holothuroidea.

J'ai expérimenté: *Holothuria tubulosa*, *Holothuria Poli* et *Cucumaria Syracusana*.

Ces traces sont intéressantes et du même type que celles des autres Echinodermes dont elles viennent compléter la série.

Chez tous les Echinodermes sauf les Ophiurides et l'*Echinocardium* nous obtenons des traces recouvertes de sortes de tubérosités de dimensions variées dues aux ambulacres et rappelant, soit les gouttes de pluie quand les traces sont sur un sédiment grossier comme le sable, soit les *Neantia* et d'autres fossiles problématiques sur des sédiments plus fins.

Nous avons aussi des axes courbes à appendices courbes formés par le glissement oblique des bras des Astéroïdes et par celui du corps entières Holoturides; ces traces rappellent certains fossiles figurés comme algues.

NATHORST a décrit et figuré des traces d'*Asteracantion rubens*, de *Brissus sp.* et d'*Amphiura cf. filiformis*. La boue sur laquelle ces traces furent obtenues convenait moins bien que le sédiment que j'ai employé, aussi l'on verra dans mon travail définitif les différences qu'elles présentent avec celles que j'ai obtenues. A. THORNQUIST figure aussi des traces de *Stylocidaris affinis*, d'*Arbacia pustulosa*, de *Brissus unicolor* et d'*Echinocardium cordatum* dans le sable. Nous y reviendrons dans notre travail définitif. (Die biologische Deutung der Umgestaltung der Echiniden in Palaeozoikum und Mesozoikum. — A. THORNQUIST.)

2. Vermes.

Annelida.

J'ai expérimenté plusieurs espèces de *Sipunculus*, *Nerine Cerratulus*, *Glycera syphonostoma*, *Aritia foetida*, *Lombriconereis impatiens*, *Aphrodite aculeata*, *Diopatra neapolitana*, *Glycera convoluta*, *Hermione hystrix*, *Nereis cultrifera*, *Eunice gigantea*, *Psammolya arenosa*, *Thysanozoon Brochi*, *Halla Parthenopeya*, *Nephtys Hombergi*, *Nereis* sp., *Cirratulus fliger*, *Spio fuliginosus*, *Stenolaïs dendrolepis*, *Marphysa sanguinea*, *Pontogenia chrysocoma* etc.

L'étude des traces de ces vers m'a amené à des conclusions fort importantes et en partie nouvelles.

NATHORST avait comparé des traces de vers obtenues par lui à la surface des sédiments à des *Chondrites*. Certains, malgré ses expériences niaient que les vers donnassent des traces ramifiées. Or tous ou à peu près donnent à la surface des sédiments des traces ramifiées comparables à diverses *Chondrites*. MARION affirmait que les traces de *Nereis*, de *Glycera*, d'*Hermione* etc. étaient des plus fragiles, or j'ai réussi à obtenir et à mouler en plâtre des traces fort nettes de ces vers, d'ailleurs NATHORST avait figuré déjà des traces de *Glycera alba* etc.

Il est démontré que les fossiles décrits comme *Nereites*, *Myrianites* partim, *Phyllodocites*, *Crossopodia*, *Phyllochorda* etc. ne sont ni ne peuvent être des traces de vers; nous verrons plus loin que ce ne sont pas davantage des algues mais bien des traces de crustacés, comme le pensait NATHORST.

Les *Lophoctenium* paraissent au contraire être des traces de vers, la majeure partie des *Chondrites* également et aussi ce que DELGADO appelait lui-même dans son travail posthume : traces d'annelides.

Les vers en somme donnent des types de traces bien différentes de celles dont nous avons parlé jusqu'ici et de celles

dont nous parlerons plus loin; elles ne présentent jamais un axe avec de part et d'autre des appendices réguliers comme les *Nereites* et autres fossiles dont nous venons de donner la nomenclature, mais elles sont constituées par exemple par une série d'axes courbes portant des appendices d'un seul côté (mouvement de glissement oblique de vers annélides à pseudopodes); ou bien ce sont des traces vermiformes sans appendices ni structure apparente, ramifiées presque toujours (promenade de presque tous les vers sur le sédiment), ou bien l'on observe une trace en forme d'éventail et reticulée rappelant les *Dictyograptus* ou *Dictyonema* (roulement du vers sur lui-même, un point du corps étant plus ou moins fixe: *Sipunculus*). Ou encore deux séries de stries plus ou moins éloignées et de largeur variable mais sans axe médian (promenade d'Hermione, d'Aphrodite etc.)

On a aussi opposé aux idées de NATHORST que si des vers pouvaient donner à la surface des sédiments des traces ramifiées, celles-ci n'étaient plus possibles verticalement au travers des sédiments. Le savant paléontologue n'avait pu répondre complètement à cette objection, ses expériences ayant été interrompues par la maladie (voir à ce sujet: *Annalen des K. K. naturhistor. Hofmuseum in Wien* 9 (1889), p. 84—85). Sur son conseil j'ai opéré comme il aurait voulu le faire et j'ai obtenu des traces *verticales ramifiées* (et rappelant les *chondrites*) de *Spio fuliginosus*, de *Nephtys Hombergi* et de *Lombriconcreis impatiens*. Je donne ici (fig. 1) les résultats obtenus avec *Spio fuliginosus* et *Lombriconcreis impatiens*. Ces traces n'ayant pu être photographiées je les ai calquées exactement sur les parois de l'aquarium où j'avais stratifié divers sédiments; ces figures se passent de commentaire et montrent que les objections opposées à NATHORST n'ont aucune consistance. Mes calques ont été reconnus exacts par le Dr CERRUTI (Naples), le Dr STIASNY (Vienne) et le Dr STSCHEGOLEFF (Moscou) qui ont bien voulu assister à mon expérience.

On a souvent objecté aux idées de NATHORST ce fait que certains fossiles, considérés comme des traces, présenteraient une nature minéralogique différant un peu de celle de la roche qui les renferme et qu'ils seraient donc de véritables fossiles d'organismes. Le mucus sécrété et déposé sur leurs

EAU DE MER



Fig. 1. Coupe verticale avec des traces ramifiées de vers.
 $\frac{2}{3}$ grandeur naturelle. (Naples 12 mars 1914.)

traces par bien des espèces suffirait à mon sens à expliquer souvent une légère différence dans la nature chimique de la trace et de la roche; le mucus brun violacé si abondant de *Halla Partenopeja* par exemple contient du manganèse. J'ai constaté dans un grand aquarium à fond de sable fin des sortes de *chondrites* formant des bourrelets en relief dûs au passage de beaucoup de petits *némertiens*.

3. Mollusca.

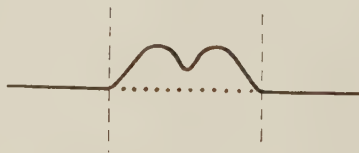
a. Gastropodes.

J'ai eu à ma disposition: *Euthria cornea* *Bulla striata*, *Ceritium vulgatum*, *Murex brandarius* et *trunculus*, *Chenopus pes-pellicani*, *Nassa mutabilis*, *Natica josephinica*, *Conus mediteraneus*, *Pleurobranchia Meckelii*, *Ascanius membranaceus*, *Tethys fimbria*, *Philine aperta* etc.

Contrairement aux animaux observés jusqu'à présent et à cause de leur mucus abondant c'est dans le sable que les mollusques laissent les traces les plus intéressantes; ils ne donnent pour ainsi dire rien dans les sédiments durs et fins, collants ou mous comme la craie, l'argile ou la boue. Il m'a été beaucoup moins commode d'obtenir de bons moulages de leurs traces, parce que le sable convient peu (surtout le sable grossier des environs de Naples) à ce genre d'opération; j'en figurerai cependant quelques uns dans mon travail définitif.

Notons cependant quelques formes intéressantes de traces de mollusques dans le sable.

Natica aime à progresser entièrement reconvertie de sable, on voit se former au-dessus d'elle une trace hémicylindrique au-dessus du niveau horizontal du sédiment, mais aussitôt après le passage du mollusque la trace s'affaisse au centre et l'on a *en coupe* la trace suivante:



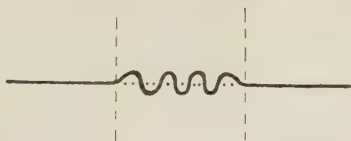
Ceritium au contraire donne un demi-cylindre en creux:



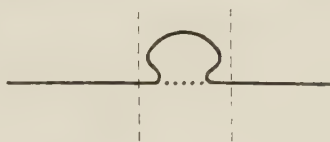
Murex nous donne le type suivant:



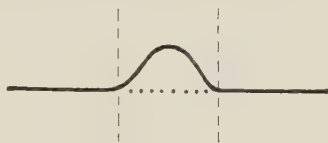
Conus forme quatre bourrelets séparés par 3 sillons :



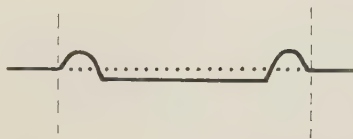
Bulla circule dans un véritable tunnel de mucus et de sable aggloméré qui présente sur le sol soit l'aspect paradoxal suivant :



Soit le type hémicylindrique en relief :



Turbo rugosus nous offre une trace analogue à celle du *Murex* :



Ces groupes nous montrent, et c'est extrêmement important, que les gastropodes peuvent aussi bien nous donner des traces hémicylindriques en relief que des traces hémicylindriques en creux grâce à leur mucus agglutinant. Ces traces rappellent diverses sortes de prétendues algues paléozoïques, de prétendus ripple-marks des grès et des psammites. Chose digne de retenir l'attention c'est que c'est précisément dans

les roches constituées primitivement par du sable que l'on rencontre des fossiles problématiques tout à fait analogues aux traces obtenues par nous, à l'aide de gastropodes marins.

Bulla, dont j'avais un nombre important d'exemplaires dans mon grand aquarium, en revêtait le fond d'une quantité de rides hémicylindriques s'entrecroisant, qui donnaient à ce fond l'aspect bien connu de certains bancs de psammites couverts de rides, jadis considérées par les uns comme des ripple-marks, par d'autres comme des fissures de retrait, par d'autres encore comme des algues.

Nous verrons dans mon travail définitif des moulages réels de ripples-marks, nous verrons que certaines roches paléozoïques offrent de réelles fissures de retrait analogues à celles que nous avons obtenues expérimentalement en petit, nous verrons aussi que l'on ne doit pas confondre ces formations avec les traces des gastropodes que nous croyons abondantes dans les terrains gréseux anciens,

b. Lamellibranchiata.

J'ai examiné les traces de: *Cardium tuberculatum*, *Lima inflata*, *Donax politus*, *Venus verrucosa*, *Lima hians*, *Solen ensis* etc. Ces formes ne m'ont donné aucune trace à aspect organisé, elles progressent le plus souvent par bonds successifs en appuyant fortement le pied sur le sédiment. Dans des sédiments fins, argileux ou crayeux nous avons obtenu des empreintes successives de ce pied et cela nous donnait des formes rappelant des creux et des aspérités indéterminées pour la plupart, communes sur les schistes et les phyllades anciens. Le professeur MALAISE avait signalé dans le silurien Belge des traces de Lingules (?) qui rappellent ce que nous ont donné les lamellibranches. Nous reviendrons aussi là-dessus dans notre travail définitif.

4. Arthropoda.

A. Crustacea.

J'ai expérimenté beaucoup d'animaux de cette classe: *Psammolia Vespertina*, *Calianassa subterranea*, *Idothea tricuspidata*, *Idothea hectica*, *Gebia littoralis*, *Maja verrucosa*, *Carcinus moenas*, *Pilumnus* sp., *Pagurites maculatus*, *Porcellana Platycheles*, *Pachygrapsus marmoratus*, *Xantho rivulosus*, *Eriphia spinifrons*, *Sphaeroma* sp., *Acanthonyx lunulatus*, *Palaemon* sp., *Eupagurus Prideauxi*, *Stenorhynchus phalangium*, *Inachus scorio*, *Dorippe lanata*, *Pagurus striatus*, *Stenorhynchus longirostris*, *Sicyona sculpta*, *Herbstia condyliata*, *Pagurus meticulosus*, *Pagurus anachoretus*, *Lambrix massena*, *Pisa corallina*, *Pisa armata*, *Calianassa* sp., *Ethusa mascarone*, *Squilla mantis*, *Palaemon serratus*, *Galathea strigosa*, *Gonoplax rhomboides*, *Peneus caramose*, *Portunus depurator*, *Scyllarus arctos*, *Platyonychus nasutus* etc.

Chacun de ces crustacés donne un ou plusieurs types de traces qui lui sont particuliers, j'en étais arrivé à Naples à pouvoir déterminer par la trace celui des crustacés ci-dessus qui l'avait produite. Presque toutes ces traces ont un aspect nettement organisé, rappelant parfois des rameaux feuillus de végétaux.

Signalons qu'*Idothea* donne au moins deux types de traces (en nageant et en marchant), le premier type représente de véritables *Nereïtes*, le second des *Phyllochora* nettement caractérisées.

Les *Sphaeroma* donnent comme traces des sortes de *Hurlania*, fossiles que quelques-uns affirmaient ne pouvoir être la trace d'aucun animal, ceci vient donc encore à l'appui des idées du P^r NATHORST.

Les *Gébia*, *Calianassa*, *Sicyona*, *Palaemon* etc. donnent entre autres des traces rappelant divers types décrits de *Nereïtes*, de *Phyllodocites* etc. En nageant près du fond *Calianassa* et

Idothea hectica forment parfois des *Harlania* de diverses grosseurs.

Les traces de pagurides sont d'aspect végétal; nous y reviendrons dans notre travail définitif ainsi que sur les traces des différents types de *Crabes* de *Maja*, de *Stenorhynchus* etc.

5. Chordata.

A. Pisces.

Nous avons obtenu des traces de *Trigla corax*, de *Gobius* sp. et de *Cristiceps argentatus*. Celles de ce dernier ont un aspect organisé rappelant certaines algues. Nous les figurerons plus tard.

Conclusions.

Tout ce qui est décrit dans le mémoire posthume de NERY DELGADS sur les fossiles des schistes à *Nereites* de San Domingos et de Barrancos, excepté peut-être quelques graphtholithes, n'est autre chose que des traces de crustacés, de vers, de mollusques et peut-être aussi quelques traces mécaniques dues aux éléments. Les photographies que nous publierons le montreront nettement.

Les conclusions établies depuis longtemps par le savant professeur A. G. NATHORST nous paraissent absolument exactes et les arguments de ses contradicteurs ne résistent aucun à l'examen attentif des faits.

Beaucoup de fossiles problématiques sont d'intéressantes traces *déterminables* pour la plupart.

La paléontologie expérimentale est appelée à révolutionner toute une partie de la systématique, spécialement en paléophythologie. On a décrit comme algues bien des choses qui n'ont aucun rapport avec ces végétaux inférieurs; on a rejeté comme sans valeur bien des fossiles représentant des traces intéressantes; on a appelé gouttes de pluie et ripple-marks

des empreintes qui ne peuvent à priori être l'empreinte de gouttes de pluie ni la trace des vagues, mais qui sont des traces d'animaux marins.

Tout cela serait nettement démontré si je pouvais dès à présent publier les planches représentant le résultat de mes expériences, mais la guerre a éclaté avant que j'aie pu faire photographier mes nombreux moulages, certains ont été brisés par l'éclatement d'un obus dans mon laboratoire, enfin, pour de multiples raisons, il faut bien que j'attende la fin de la guerre pour publier mon travail définitif. C'est pour cette raison que je crois devoir ne donner pour le moment aucun détail sur la technique par laquelle j'ai pu après quelques tâtonnements obtenir de très bonnes traces et en conserver des moulages absolument nets. Il m'est impossible pour le moment de continuer mes expériences et de recommencer les moulages brisés. Aussitôt après la guerre, je compte reprendre ce travail et je publierai aussitôt la technique opératoire qui m'a donné d'aussi bons résultats.

J'avais entrepris aussi de faire exécuter des coupes et des préparations à travers un certain nombre de fossiles problématiques pour servir aux comparaisons avec les traces que j'ai obtenues; tout cela, comme encore la révision de la bibliographie déjà touffue sur ce sujet, ne m'est pas possible pour le moment.

Comme je l'ai dit au commencement, cette note n'est qu'un travail préliminaire qui me permettra de prendre date et qui montrera succinctement les résultats de mon séjour à la station zoologique de Naples.

Naples janvier—mars 1914. *Liège* août 1915.

Det interglaciala Bollnäsfyndets stratigrafi.

Af

BERTIL E:SON HALDEN.

(Härtill Tafl. 10 och 11.)

Tack vare ett anslag från Sveriges Geologiska Undersökning blef jag hösten 1914 satt i tillfälle att företaga en förnyad fältundersökning af de submoräna lagren i Bollnäs (jfr BERTIL ERIKSON: En submorän fossilförande aflagring vid Bollnäs i Hälsingland G. F. F. Bd 34, 1912). Tidpunkten, den exceptionellt torra senhösten 1914, var vald med särskild hänsyn till erfarenheterna från år 1910, då stark vattentillströmning i hög grad hindrade och slutligen allt för tidigt omöjliggjorde arbetet. I syfte att med säkerhet återfinna fossilens moderklyft och på samma gång för markens ägare säkerställa vattentillgången för framtiden företogs sålunda en upprepning och fördjupning af den brunn, hvarifrån den första kännedomen om de ifrågavarande fossilen härledde sig. Härvid blottades en verklig, om ock delvis starkt destruerad lagerföljd.

Laboratorieundersökningarna af det hemförda materialet ha utförts i första rummet på Växtbiologiska Institutionen i Uppsala, som ställt lokal och arbetsutensilier till mitt förfogande, och hvars samlingar lämnat mig ett omfattande jämförelse-material. Tack vare frikostigt understöd från professor HELGE BÄCKSTRÖM har slamning kunnat bedrivas i mycket stor skala.

Specialbestämningar ha utförts af kyrkoherden O. HAGSTRÖM (*Potamogeton*), prof. G. LAGERHEIM (*rhizopoder*, *alger*, pollen sporer), fil. dr. ASTRID CLEVE-EULER (*diatomacéer*), lektor H. MÖLLER (*Amblystegier*) och fil. lic. E. MELIN (*Sphagna*).

Till mina högt aktade lärare professorerna A. G. HÖGBOM och R. SERNANDER, hvilka städse visat denna undersökning det största intresse, samt till statsgeologen fil. dr. H. MUNTHE, som vid ett besök på arbetsplatsen ställde sin rika erfarenhet i dessa frågor till mitt förfogande, framför jag på detta sätt min djupa tacksamhet.

Brunnen hade vid markytan en medeldiameter af 3 *m* och på 5 meters djup 2,3 *m*. Trots vattenbristen visade väggarna stark benägenhet att falla sönder. Genom de större och smärre ras, som ständigt inträffade i den grå, något vattenhaltiga moränen, kom småningom kontakten mellan gulbrun och grå morän att utbildas som hålkåle, stundom med egendomliga grottbildningar. Dessa ras resulterade i en betydande utvidgning af brunnen på en nivå af 5—7 *m* under markytan. Snart nog måste för gräfningens fortsättande spåntningsmetoden tillgripas. Det från sidorna nedsipprande vällingartade materialet blandade sig likväl vid gräfningen intimt med bottengodset. Under den relativt korta tid, jag sålunda var i tillfälle att se den blottlagda lagerföljden, medhans proftagning endast i tvenne diametralt motsatta väggar af brunnen samt erhöles en öfversikt af de stratigrafiska förhållandena, hvilkas närmare natur därför kunnat studeras endast å upphämtadt material.

Utom det relativt begränsade materialet taget »in situ», tillvaratogos stora kvantiteter fossilförande stuffer, som under arbetets gång bragtes i dagen. Vid laboratorieundersökningen utgicks från det förstnämnda materialet. Sedan en första granskning af materialet gifvit vid handen, att en paläontologisk zonindelning lät sig göra, slammades hufvudparten af det öfriga materialet stycke för stycke, sedan strukturförhållandena för hvart och ett granskats och antecknats. I själva

verket ha på detta sätt af 35 undersökta stuffer från obekant djup 28 st. genom sitt fossilinnehåll och ofta äfven på petrografisk väg med tämligen stor säkerhet kunnat inrangeras bland de i det följande nämnda zonerna, där de dock särskildt markerats i tabellerna.

I allmänhet ha för stoffernas digererering och fossilens blekning användts utspädd salpetersyra, sedan preliminära undersökningar utvisat, att inga kalkbeståndsdelar förefunnos. I några fall har oxalsyremetoden (15.) användts. Särskild omsorg har nedlagts på slamning af leran, ett arbete som likväl icke krönt med någon större framgång. Identifieringen af fossilerna har varit förenad med åtskilliga svårigheter. De frön och frukter, som anträffats, visa sig nästan undantagslöst rullade och nötta samt genom det tryck, de varit utsatta för, starkt förändrade till formen. Å andra sidan ha genom samma krafter inverkan många växtdelar, särskildt bark och grenar, fått en förvillande likhet med blad, frön o. s. v. Samtliga växtfossil ha rönt starkt inflytande af förmultningsprocesser, som exempelvis torde ha utplånat bladstrukturer hos alla kärlväxter (endast ett par starkt destruerade bladrester ha anträffats). Äfven mossbladen äro ofta till oigenkännlighet söndertrasade, förmultnade och kollaberade. De i det följande lämnade förteckningarna öfver funna fossil äro sålunda äfven beträffande makroskopiska kärlväxter resultatet af ett fossilbestämningsarbete, där den mikroskopiska undersökningen af frön, frukter utriculi o. s. v. mången gång tillmätts vitsord framför den vanliga jämförande okulärbesiktningen, som äfven i skenbart otvifvelaktiga fall mer än en gång visat sig otillräcklig eller otillförlitlig.

Ett stort material af vedfragment är ännu till större delen obearbetadt.

Beskrifning af lagerföljden.

Moränen:

Till allt väsentligt öfverensstämmer moränen med den af mig förut (9.) beskrifna, och utgöres sålunda af ett hårdt

packadt, något lerigt bottenmorängrus, som till ett djup af i medeltal 5 *m* företer gul-rostbrun färg. Den härunder befintliga gråaktiga moränen, som i torrt tillstånd visar nyanser åt grönt, var vid gräfningen något vattenhaltig och till följd häraf ständigt sönderfallande. Gränsen mellan gulbrun och grå morän, tydligen nära sammanfallande med grundvattnets öfre nivå, var i allmänhet skarpt markerad genom på denna nivå potentierade podsoleringsfenomen, som flerstädes förlänade kontaktzonen en regelbunden, något undulerande skiktstruktur af omväxlande rostbruna och blekgula band. Bland iakttagna block, hvaraf många visade sig repade, märkas utom de i närmaste omgifning anstående bergarterna en mörk porfyr, en gulhvit kvartsit (ev. från Orsa Finnmark eller Vemdalen), en mörk fyllitisk bergart samt en brun porfyr liknande dala-porfyr (blocken bestämda af prof. A. G. HÖGBOM). På ett djup sällan öfverskridande 1 *m* öfvergår den grå moränen omärkligt i ett

Öfvergångslager mellan morän och fossilförande sediment.

Till färgen mer rent gråhvit än moränen företer övergångslagret ställvis mörkare fläckar af icke organiskt ursprung samt här och hvar helt genomvittrade, svartgröna block. Lagret är helt obetydligt och utan tydlig gräns skildt från

De fossilförande sedimenten.

Den fossilförande lagerseriens öfre delar företedde i brunnens östra vägg en stundom rätt brant, i de allra öfversta partierna till mer än 45° uppgående stupning mot norr. Serien tilltager i mäktighet mot söder, i det att bottenlagret, leran, visar en tydlig stupning mot söder, möjligen äfven åt öster. Hos lagren kunde emellertid lokalt äfven helt andra stupningsplan iakttagas.

Bland anmärkningsvärda, ofta skarpkantiga och vittrade block från olika djup i dessa sediment må nämnas en epidotrik granit, en amfibolit och några stycken lerskifferfragment, hvaraf ett företedde rosenröd anstrykning.

Till sitt stratigrafiska uppträdande äro de organiska detritusanhopningarna mer eller mindre långsträckta linser, körtlar eller diffust förtonande inbakningar, vanligen tydligt parallellorienterade. I vissa partier påminna de starkt om linserna i »Huss-sanden» vid Ragunda (jfr fig. 1 och Tafl. 11: 1 och 2).

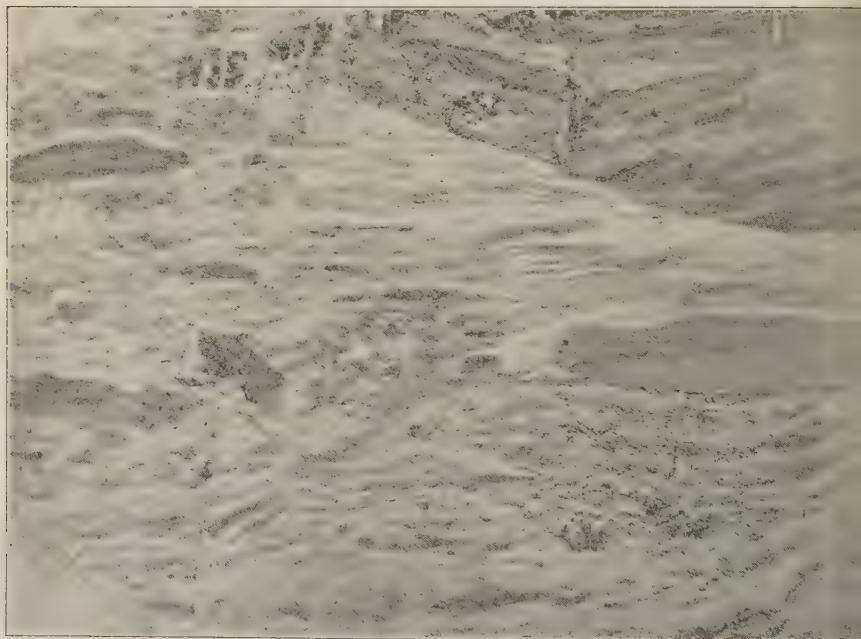


Fig. 1. Brottstycken af växtförande lager i »Huss-sand», Ragunda. (Efter R. SANDEGREN i S. G. U., Ser. Ca, N:o 12.)

Äfven sprickfyllnader synas förekomma (fig. 2). Materialets rullade, krossade och nötta beskaffenhet samt den fossila floraens och faunans ofta påfallande brist på homogenitet ge samtliga fossilanhopningar karaktär af driftaflagringer, hvilka emellertid, där de afsatt sig i lugnare och djupare vatten, erhållit en om gyttja starkt påminnande sammansättning.

I sedimentserien kunna 5 paläontologiskt och oftast äfven petrografiskt sinsemellan afvikande zoner urskiljas. De återfinnas å fig. 2.¹

¹ Af en med fig. 2 nästan identisk profil i brunnens östra vägg medhans på grund af väldiga ras endast proftagning från zonerna A, B, C och början af D.

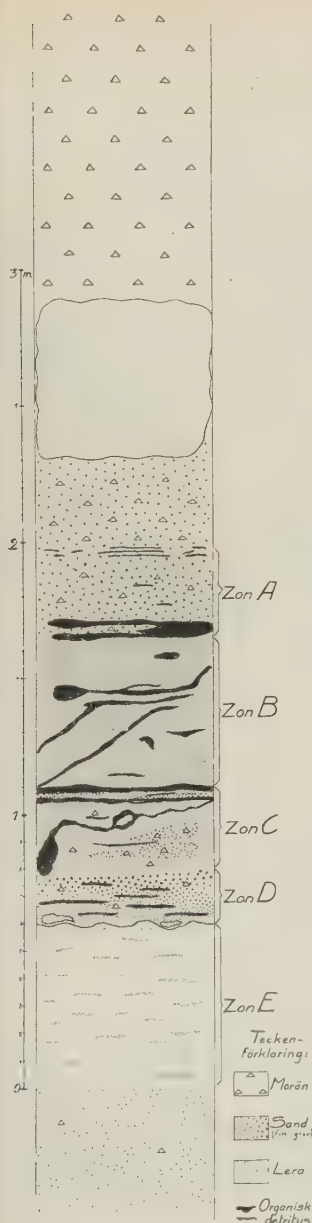


Fig. 2. Schematisk profil från brunnens västra vägg.

Zon A. Grundmassa mer eller mindre moränlikande, grå, fast, med oftast diffust inlagrade eller inbakade, ytterst fossilfattiga detritusanhopningar, endast undantagsvis (Tafl. 10: 1) utvisande en tydlig växellagring med tämligen fast, lerig mo eller mjuna,¹ som innehåller vivianit.

De öfversta organiska bildningarna anträffades på 6,1 m djup under moränens öfre yta och utgjordes af ett par egendomligt förgrenade, slingrande band af brunsvart färg (fig. 3). Vedfragment oftast plattade, några rullade, alla utan bark. Mot öfvergången till zon B visar zon A en tydligare bandstruktur med intill 1 cm mäktiga band.

Fossil:

Betula sp., fragment af frukt.

Carex sp., ett par nötfragment.

Conifer, ett barrfragment.

Potamogeton pusillus (koll), fruktsten. Ett par obestämbara mossfragment.

Pollen af al, björk, gran, tall; sporer af *Polypodiace*. (enl. LAGERHEIM). Vid undersökning af coniferpollenfrequensen fann jag följande ungefärliga relation:

$\frac{\text{gran}}{\text{tall}} = \frac{2}{1}$, hvarjämte antecknades ett pollen af en *ericacé*.

¹ Terminologien i öfverensstämmelse med ATTERBERGS beteckning af kornstorleken; efter mikroskopisk mätning samt uppskattning af kornens relativa frekvens. (Jfr 8.)

Zon B. Grundmassa mjuna, i torrt tillstånd hvitgrå, lös. De organiska detritussedimenten gyttjeartade, än bildande större eller mindre körtlar, än intill 5 cm mäktiga, ofta veckade lager (linser), alltid med efter torkning tydliga skikt, åtskilda af ett tunt lager mjuna (jfr 18, sid. 324); ytterst fossilrika. (Tafl. 11: 2).

Karaktärsfossil: *Carex pseudocyperus*, *Carex riparia* och *Solanum dulcamara*. *Daphnia* och *spongier*.

Fossil:

Vedfragment oftast utplattade, mestadels af löfträd; årsringar af 2 mm tjocklek observerade. (De, med * betecknade äro funna endast i stuffer, som af å sid. 454 nämnda skäl förts till denna zon; ! utmärker att bestämningen gjorts eller kontrollerats genom anatomisk undersökning).

Alnus glutinosa, frukter.

» *incana*, »

Betula cfr *alba*, »

Calla palustris, frön.

Carex pseudocyperus!, talrika fr.

Carex riparia!, talrika fr. och nötter.

Ceratophyllum sp., en fr. utan taggar.

Comarum palustre!, några karpeller.

Empetrum nigrum, två fruktstenar.

Lycopus europæus, några fr.



Fig. 3. Detalj från öfversta delen af zon A. Naturlig storlek.

**Nymphaea* cfr *alba*!, ett frö.

Picea abies, barr, frön.

Potamogeton praelongus, två fruktstenar.

Potamogeton pusillus (koll), några fruktstenar.

Rhamnus frangula!, 2 fragment af fruktstenar.

Rubus idæus, talrika fruktstenar.

Salix sp.?, knoppfjäll.

Solanum dulcamara!, talrika frön.

Sphagnum cymbifolium!?, talrika blad.

Sphagnum fimbriatum!, stamblad.

Sphagnum medium!?, blad.

» *teres*! blad.

**Cenococcum geophilum*, en fruktkropp.

Daphnia sp., talrika ephippier.

Phytoptocacidier.

Kitinkokong, enl. fil. kand.

E. WIRÉN liknande dem hos

Phytonomus förekommande.

(Dessutom har bl. a. anträffats ett par gulvita, sporliknande kroppar, som krossades vid ett lätt tryck af penseln. Med all sannolikhet torde de ha varit makrosporer af *Isoëtes*).

»Pollen af al, björk, gran (ymnigt), hassel, tall. Sporer af *Polypodiace*. *Chrysomonadinéer*, *diatomacéer*. *Euspongilla lacustris*; *Lecquereusia spiralis*.» (LAGERHEIM).

Vid undersökning af *conifer*-pollenfrekvensen fann jag i ett prof 90 granpollen, 21 tallpollen. I ett annat voro motsvarande siffror 335 och 41. $\frac{\text{gran}}{\text{tall}} > \frac{4}{1}$. »Diatomacéer tämligen

sällsynta, nötta, smulade fragment. Spongienålar cc. Blandning af brackvattens- (*Campylodiscus*, *Nitzschia*) och boreal sötvattensflora.» (CLEVE-EULER).

Zon C. Grundmassa mjunrik mo med tunna linser af mjuna i ojämnt undulerande eller sned skiktning (Tafl. 10: 2). Organiska detritussediment i tämligen regelbundna linser eller skikt, närmast omslutna af mjuna; tämligen fossilrika. Dominerande driftelement: rullade och nötta pinnar. Karaktärsfossil: *Calla palustris*.

Fossil:

**Alnus glutinosa*, frukter.

Alnus incana, frukter.

Betula alba, fruktfragment.

Calla palustris, talrika frön.

**Carex pseudocyperus*, 2 frukter.

Carex sp., nötter.

Comarum palustre, karpeller.

Lycopus europæus, 1 frö.

**Menyanthes trifoliata*, talrika frön.

Najas marina! 1 frö.

Picea abies, barr.

Populus tremula?!, knoppfjäll.

Potamogeton pusillus (koll), fruktstenar.

Rubus idæus, fruktstenar.

<i>Amblystegium giganteum!</i>	<i>Cenococcum geophilum</i> , flere
blad.	större och smärre frukt-
<i>Sphagnum medium!</i> , blad.	kroppar.
» <i>squarrosum!</i> »	<i>Coleopter</i> , fragment af elytra,
» <i>teres!</i> »	troligen obestämbar. (E. WIRÉN).
	<i>Daphnia</i> sp., ephippie.

Några gisselformigt afsmalnande, i penselliknande knippen samlade baststrängar.

»Pollen af al, björk, *ericacé*, gran (ymnigt), gräs, hassel, tall, *Typha latifolia*, *Umbellat*, sporer af *Polypodiace*, *Chrysomonadinéer*, *Euspongilla lacustris*, *Ephydatia* sp., *Lecque-reusia spiralis*». (LAGERHEIM). Relativa koniferpollenfrekvensen:

$$\frac{\text{gran}}{\text{tall}} = \frac{3}{1}.$$

Ur stuffer, som äro att hänföra till antingen zon B eller zon C, ha dessutom utvunnits:

**Batrachium* cfr *eradicatum*, en karpell.

**Empetrum nigrum*, en fruktsten.

**Selaginella selaginoides!*, en makrospor.

**Iris* cfr *pseudacorus!*, ett fröfragment funnet i material från 1910.

Insekt: ett buksegment.

Zon D. Grundmassa petrografiskt nära öfverensstämmande med zon C, men mot midten med »gröfre sandjord», med talrikare och större block än föregående zoner. Organiska detritussediment mer oregelbundet förekommande, stundom i millimetertunna lager, alltid omgifna af ett tunt mjunalager; tämligen fossilfattiga. (Tafl. 10:3.) Karaktärsfossil: *Menyanthes trifoliata* och *Andromeda polifolia*.

Fossil:

Andromeda polifolia!, några frön.

**Batrachium* cfr *eradicatum*, en half karpell.

**Betula alba*, fruktfragment.

Menyanthes trifoliata, talrika frön.

Picea abies?, vinglöst frö; barr.

Amblystegium (fluitans?)!, stjätkar och bladfragment.

Sphagnum fimbriatum?!, blad.

» *medium!*, »

» *teres!*, »

Cenococcum geophilum, tre små fruktkroppar.

»Pollen af al, björk, gran, hassel (sällsynt), tall, *Amphitrema flavum* (sphagnofil rhizopod)». (LAGERHEIM).

Relativa coniferpollenfrekvensen: $\frac{\text{gran}}{\text{tall}} = \frac{2}{1}$ (ungefär).

Diatomacéerna: »Sötvattensflora af nordlig typ (und. *Campylodiscus echineis*-fragmenten)». (CLEVE-EULER).

Ur denna zon ha tvenne lerskifferfragment framslammats.

Ur en stuff, som bör hänföras till zon D (eller möjligen zon C) utvunnos:

Amblystegium exannulatum!, blad.

» *Wilsoni?!*, blad.

Zon E. Lera, gråblå, tämligen styf, plastisk, kalkfattig. I torrt tillstånd af fast konsistens, svagt strimmig eller flammig genom otydlig bandstruktur af blågrå lera och ljusare, lerig mjuna, därför ofta med mussligt brott. I vatten lätt sönderfallande. Makroskopiskt utan fossil, visar den sig vid slamning innehålla ytterst sparsamma växtrester. Gränsen mot zon D diskordant, stundom breccieartad (Tafl. 10:4).

Fossil:

Hufvudsakligen små växtfragment i amorft tillstånd.

Batrachium cfr *eradicatum*, en half karpell.

Menyanthes trifoliata, ett halft frö från kontakten mot zon D. cfr *Sparganium minimum*, fragment af en frukt.

Sphagnum medium, blad (starkt sönderdelade fragment).

Ett par obestämbara mossfragment.

Inga mikrofossil anträffade. (LAGERHEIM).

Slamning för diatomacéundersökning gaf intet resultat.

Under leran vidtager—enligtuppgift af brunnsgrävarne—till okänt djup en fossilfri, grå blockförande sand af f. ö. ungefär

samma beskaffenhet som den ofvanför lera liggande. Tyvärr blef jag ej i tillfälle att studera denna bildning.

I ett stycke lera, upphämtadt ur brunnen, anträffade jag ett obetydligt, endast ett par cm^3 stort parti av mörkbrun färg. Vid slamning visade sig detta stycke innehålla ett par ephippier af *Daphnia* sp. En mikroskopisk granskning resulterade i att här förelåg en på mikrofossil, särskildt diatomacéer, rikare bildning än de förut undersökta profven visat. LAGERHEIM har däruti funnit:

Pollen af al, björk, gran, hassel, tall. Sporer af en *poly-podiace*; *diatomacéer* (många arter),

Chrysomonadinéer (minst 7 arter), *Euspongilla lacustris* och en annan spongillid, *Lecquerensia spiralis* (rhizopod).

»Profvet utgöres af diatomacégyttja. Granpollen talrikare än tallpollen. Sparsammast förekommer hasselpollen».

Relativa *conifer*pollenfrekvensen: $\frac{\text{gran}}{\text{tall}} = \frac{4-5}{1}$.

Diatomacéerna: »Diatomacéer tämligen talrika, föga skadade — — blandning af boreala sötvattensformer och utpräglade brackvattensformer». (CLEVE-EULER.)

Anmärkningar om några af de funna växtfossilien.

Andromeda polifolia: Blad anträffade i arktiska sydsvenska lager, t. ex. vid Bjersjölagård i Skåne (2) samt (med reservation för bestämningen) vid Gerdslöf i Skåne (20).

Batrachium: Karpell-halfvans längd i E 1,1 mm,

» » » » D 1,6 » .

Carex riparia: genom sin > 5 mm långa, mindre fast byggda utriculus, som vid någon hopskrumpning oftast låter nötens form tydligt framträda, samt genom sin ung. 3 mm långa nöt säkert skild från *Carex filiformis*, som den annars mest liknar (Tafl. 10: 5). De funna exemplaren ha något kortare utriculi än af mig sedda frukter förvarade å Riksmuseums palæobotaniska afdelning, under det nötternas längd är densamma.

Arten är funnen fossil nordligast vid Stormur S. om Gefle (11), endast 3 km norr om dess nordligaste recenta lokal. Anträffad bl. a. i en dansk interglacial aflagring (10).

Empetrum nigrum: Ofta funnen i arktiska aflagringar t. ex. Höghult i Skåne (3.), Kro mosse i Västergötland (3.), Fröjel på Gottland (4, 26.), Mosjömossen i Nerike (23.). Anträffas ofta i danska interglaciala aflagringar.

Iris pseudacorus: Funnen interglacial i Danmark (10.) Se f. ö. sid. 468.

Najas marina: Fröet tillhör den korta racen, till formen ej olik ett tallfrö. Arten är anträffad i danska interglaciala aflagringar. Se f. ö. sid. 468.

Nymphaea alba: Funnen i danska interglaciala aflagringar.

Potamogeton praelongus: Frukstenarna härröra från en mikrokarp form (HAGSTRÖM). Arten är funnen flerstädes i sydsvenska arktiska aflagringar (t. ex. 6., 12.), submorän i Härnösand (18.) samt interglacial i Danmark (10.)

Potamogeton pusillus: Anträffad fossil i postglaciala lager (»furuzonen»); bestämningen dock osäker (6.) samt i danska interglaciala bildningar.

Rhamnus frangula: Flerstädes i danska interglaciala bildningar.

Selaginella selaginoides: Funnen i den submoräna Härnöggtjan samt i sen-glaciala lager vid Toppeladugård (12.).

Typha latifolia: Flerstädes i danska interglaciala bildningar.

Amblystegium exannulatum, *A. fluitans*, *A. giganteum* *A. Wilsoni*: Samtliga, i nutiden över hela Sverige utbredda arter, anträffade i sen-glaciala bildningar i Skåne (21.) samt (und. *A. Wilsoni*) i submorän glaciallera i Jämtland (13.) och interglacialt i Danmark;

A. fluitans dessutom submoränt i Härnösand.

Sphagnum-arterna, som i nutiden äfvenledes äga en vidsträckt utbredning i Sverige, tillhöra samtliga kärrens serie med undantag av *S. medium*, som intager en mer odeciderad ställning (16.).

Beträffande åldersfrågan må först och främst framhållas, att vid denna undersökning ingenting framkommit, som varit ägnadt att rubba den uppfattning, hvartill den tidigare undersökningen gifvit anledning, nämligen att här med största sannolikhet föreligger en interglacial aflagring. De paläontologiska bevisen tyckas kanske vid en första granskning ännu låta vänta på sig. Ännu är ingen art funnen, som i och för sig är att betrakta som något interglacialt ledfossil, och lika litet föreligger något fynd af den karaktär, att det med nödvändighet förutsätter ett sådant glacialt klimat, som måste ha varit rådande vid såväl början som slutet af en interglacial period. Ett fynd af detta senare slag vore i föreliggande fall ett hart när afgörande bevis mot aflagringens postglaciala ålder, då, såsom jag förut visat (9., sid. 519), den i aflagringens omedelbara grannskap först invandrade postglaciala floran än den för sitt gynnsamma (26.; om *Carex pseudocyperus* och *Corylus* som klimatindikatorer; se bl. a. 24.) klimat utmärkta äldre litorinatidens, och då möjligheten af en senare invandring af glaciala element torde i det närmaste vara utesluten. (Förekomsten af *Saxifraga nivalis* c:a 3¹/₂ km NV från den submoräna aflagringen (31.) lämnar näppeligen något stöd för antagandet af en dylik in- eller nedvandring). Särskild uppmärksamhet förtjänar emellertid en diatomacégyttja med utpräglade brackvattensformer som väsentlig beståndsdel (af 37 arter ha endast 2 betecknats med större frekvens än och 2 med lika stor som hvar och en af de förekommande (*Amphylodiscus*-arterna), och med rikligt förekommande granpollen på en höjd af nära 90 m ö. h. I Hälsingland anträffas dylika bildningar — såsom af förf. gjorda, ännu opublicerade undersökningar gifvit vid handen — knappast öfver 30 m ö. h., beroende på granens sena invandring. Till och med om man för förklaring af en dylik bildning tänkte sig densamma uppkommen genom sammantryckning af tvenne lager, det öfre med gran, det undre en gyttja med brackvattensdiatomacéer men utan gran, saknas i Hälsingland dess

motstycke i den postglaciala tiden. Alla af mig undersökta präabiegna litorinatidsgyttjor utmärka sig nämligen genom förekomsten af alm och lind samt oftast äfven ek. Då nu dessutom, såsom jag förut visat (9. sid. 524), moränen förekommer i primärt läge, måste jag konsekvent i granpollenets ymniga förekomst i denna brackvattensgyttja på > 88 m ö. h. se något för det postglaciala Sverige fullkomligt främmande. Då f. ö. floran är den mer eller mindre tempererade kvartära, blir granen i Bollnäslagren enligt min åsikt sålunda en ypperlig ersättning för ett felande interglacialt ledfossil.

Bland synpunkter, som förtjäna beaktande vid bedömandet af sedimentens genesis, må i främsta rummet nämnas den skillnad i kornstorlek, de olika zonerna utvisa, och som tar sig uttryck dels i den allmänna lagerföljden:

Lerig mjuna,

mjuna,

mo och sand,

lera,

dels i den komplicerade strukturen hos vissa af de i det föregående nämnda zonerna. Den utpräglade diskordansen mellan lera och *Andromeda*-zon, förekomsten af skarpkantiga block inom hela lagerföljden samt de organiska sedimentens oregelbundna, ofta lins- eller körtelformiga uppträdande (jfr Hussanden, 25.) tyda enligt min uppfattning på sedimentationsförhållanden af extraordinär art. Hvad särskildt lera beträffar, ger den genom sin hårda och fasta konsistens såväl som genom sin växelstruktur af lera och moblandad mjuna intryck af att vara en genom grundvattensimpregnering betingad, af det oerhörda trycket förorsakad utvalsningsprodukt af hvarfvig glaciallera. Påfallande är ju särskildt leraens fossilfattigdom, hvarjämte den möjligheten långt ifrån kan anses utesluten, att de i densamma funna fossilen, som till sin allmänna växtgeografiska karaktär väl öfverensstämma med den ofvanliggande *Andromeda*-zonen och delvis äro identiska med dennas element, äro sekundärt inkomna, t. ex.

såsom sprickfyllnader eller genom inpressning från denna zon.

Fossillistorna ge omedelbart intryck af, att zon D med sin artfattigdom och de funna arternas geografiska utbredning snarast representerar ett klimatskede af betydligt ogynnsammare art än det, som i zon C och D åtföljes af så värmeälskande former som *Ceratophyllum*, *Carex riparia*, *C. pseudocyperus*, *Lycopus* o. s. v., och i hvilka lager de bägge karaktärsfossilerna i zon D, *Menyanthes* och *Andromeda polifolia* fullständigt saknas. Å andra sidan måste ihåggkommas, att just på dessa mer tempererade nivåer torde *Empetrum nigrum* och den bland alla de funna arterna kanske mest decideradt nordliga, *Selaginella selaginoides*, förekomma, hvarjämte de *Batrachium*-karpeller, som utslammats dels ur leran, dels ur zonerna B—C, med sannolikhet äro att räkna till den företrädesvis nordliga *eradicatum*. Hasselpollen äro, om ock sparsamt i *Andromeda*-zonen, funna i alla ofvanför E liggande zoner med undantag af A. Denna senare visar bl. a. genom sin fossilfattigdom analogier med *Andromeda*-zonen.

Följande tvenne försök till tolkning af denna egendomliga, i vissa afseenden ej motsägelsefria lagerföljd torde möjligen i någon punkt kunna komplettera varandra:

1. Den fossilförande serien har bildats under större delen af en interglacial tid, och de urskiljbara zonerna motsvara en sådan tids olika klimatskeden. Den interglaciala idealagerföljden är sålunda representerad på följande sätt (jfr 10, sid. 157):

Istidsbildning: 6 m morän;

Zon med arktisk flora: saknas, antagligen bortroderad;

» » subarktisk flora: Zon A (ev.);

» » tempererad flora: Zon B—C;

» » subarktisk flora: Zon D; diskordansen;

» » arktisk flora: Zon E (ev.);

Underliggande istidsbildning: grus till obekant djup.

Enligt denna tolkning är den breccieartade diskordansen

framkallad af en häftig ökning af ett vattendrags eroderande förmåga, hvarvid en under svagt tempererade klimatförhållanden bildad diatomacégyttja utsatts för erosion. »Gyttjan» i zon B är liksom öfriga organiska ackumulationer i hufvudsak en driftaflagring, »transportgyttja» (sensu H. AHLMANN, 1. sid. 12), hvilket förklarar fossilens, de makro- såväl som de mikroskopiska, nötta utseende och fragmentariska uppträdande samt den påfallande diatomacéfattigdomen. Det förtjänar framhållas, att hvarken i det lilla diatomacégyttjeblocket eller i zon D, hvarur åtminstone ett 30-tal mer eller mindre väl bibehållna *Menyanthes*-frön utslammats, en enda mer värmefordrande vattenväxt anträffats. Dylika kunna ju eljest, såsom WESENBERG-LUND (30) och NATHORST (22) framhålla, på måttligt höga breddgrader existera inom områden, som af klimatiska orsaker hysa en landväxtflora af mer eller mindre glacial karaktär. För denna tolkning tala bl. a. äfven maktighetssiffrorna för de organiska detrituslagren och linserna, som kulminera i lagerseriens midt under aftagande såväl uppåt som nedåt.

2. Den fossilförande serien är i sin helhet, ev. med undantag af zon E, bildad under en interglacial tids senare skede med subarktiskt eller svagt tempereradt klimat. Fossilerna äro dels representanter för den vid tiden för sedimentationen levande floran, (t. ex. tall, björk, *Empetrum*, *Selaginella*), dels frameroderade ur ett i det sedimenterande vattendragets vägliggande kärr, hvars lagerföljd sålunda uppträder — i stort sedt — inverterad. De olika zonerna representera:

Zon A.: af morän destruerad gyttja;

Zon B.: gyttja;

Zon C.: kärrtorf och gyttja;

Zon D.: kärrtorf;

hvarjämte i samtliga zoner ingå element ur den samtida floran. A och B alltså ej genetiskt skilda, B och C möjligen äfvenledes homologa; fossilriikedomen i B delvis beroende på att sedimentationen försiggått i djupare och lugnare vatten

och sålunda kommit att beröra jämväl spridningsenheter, som till följd af anatomiska egenskaper under längre tid torde hålla sig sväfvande i vatten. (Jfr å ena sidan *Cenococcum* och *Calla*, å andra sidan *Carex pseudocyperus*, *Lycopus* och *Daphnia*; se 27 och 29.) Diskordansen betecknar antingen endast en häftig ökning i vattnets erosionskraft, då zon E till bildningstiden ansluter sig till zon D, eller en interglacial periods mellersta tidsskeden, då zon E representerar en sådan interglacial tids äldsta skede.

För denna andra tolkning kunde bl. a. den i seriens bottenzoner tydliga ökningen af sedimentens kornstorlek uppåt tala; vidare förekomsten af *Selaginella* (jämte *Empetrum* och *Batrachium* cfr *eradicatum*) tillsammans med utprägladt värmeälskande former; den i samtliga sandjordszoner betydande mängden *sphagnum*blad och *sphagnum*sporer, vilka saknas i den rena diatomacégyttjan. Den senare visar i stället en granpollenfrekvens, som såväl absolut som i relation till tallen vida öfverträffar motsvarande siffror hos den närmast öfverlagrande zonen D.

Slutligen må här med några ord de intressanta *Najas*- och *Iris*-fynden beröras.

Najas marina är som bekant i nutiden en deciderad hafsväxt, hvars nordligaste fyndort ligger på Hudiksvalls breddgrad. Till de tre hittills kända norrländska fossilfynden: Bjällmyren i Ångermanland (14.) c:a 36 *m* ö. h., Torpshammar i Medelpad (5.) c:a 68 *m* ö. h. och Stormur i Gästrikland (11.) c:a 20 *m* ö. h. kunna läggas förf:s (ännu opublicerade) från norra Hälsingland: Bergsjö 41 *m* ö. h., Hälsing-Tuna 22 *m* ö. h., Njutånger 30 *m* ö. h. och Enånger 44 *m* ö. h., samtliga i lergyttjor avsatta på Litorinalera. Då L. G. i Norra Hälsingland ligger minst 100 *m* öfver nuvarande hafsytan, torde om *Najas* med allt fog kunna sägas, att den äfven till sin forna utbredning i Norrland är en utpräglad hafsväxt, hvars utbredning kulminerat under subboreal tid. *Iris pseudacorus* är äfvenledes i Norrland bunden till kust-

landet. Från Hälsingland nämnas 6 lokaler (31.), af hvilka den västligaste torde vara belägen c:a 2 mil in i landet. En af förf. 1914 funnen ny lokal N om Söderhamn ligger föga mer än 4 *m* ö. h. Det enda norrländska fossilfyndet, från Alnön i Medelpad (7.), ligger c:a 80 *m* ö. h. Att märka är likväl, att *Iris* där anträffats i en sannolikt präabiegn subboreal skogsbotten men däremot ej i den underliggande Phragmitestorfven. *Iris* visar sig sålunda i sin norrländska utbredning analog med *Najas*.

I och för sig kunna ju hvarken *Iris* eller *Najas* bevisa något samband med en forntida hafskust. I Bollnäs-lagren synas de mig emellertid på ofvan anförda växtgeografiska grunder stå i god öfverensstämmelse med den väl bibehållna utpräglade brackvattenflora, som i diatomacégyttjan finnes representerad.

Om sålunda starka skäl tala för, att de submoräna bildningarna i Härnösand och Bollnäs härröra från interglacial tid, synes det också ofrånkomligt, att Sveriges äldre kvartärtid haft att uppvisa betydande nivåförändringar analoga med den senkvartära tidens. Måhända är häruti att se en möjlighet till tolkning af de flerstädes omtalade fynden af hvalben på nivåer ofvanför B. G., fynd, hvilkas ursprung af H. MUNTHE redan 1892 antydningssvis förlagts till interglacial tid (17.).

Resümee.

Die im Jahre 1909 bei Bollnäs entdeckten in (8.) beschriebenen interglazialen Bildungen wurden während des an Regen sehr armen, den Tiefbohrungen besonders günstigen Herbstes 1914 einer erneuerten Untersuchung unterworfen. Hierbei wurde unter der Moräne eine wirkliche Lagerfolge blossgelegt, im folgenden mit den Zonen A—E bezeichnet. In diesen Zonen kommen organische Sedimentanhäufungen von Holzapfen, Rinden, Samen und Früchten vor, Schichten, Linsen oder Drüsen bildend.

Fig. 2. zeigt ein schematisches Profil bei einem Aufschlusse. Unter der Grundmoräne, aus von NW transportiertem Material bestehend, folgen in einer Tiefe von ungefähr 6 M:

Zone A. Moränenartiger sandiger Lehm, an Fossilien sehr arm. Keine wärmeerfordernden («südlichen») Arten. Organische Einschliessungen diffus eingeknetet, bisweilen geschichtet (Taf. 10: 1) Vivianit ist im Lehme konstatiert.

Zone B. Die Hauptmasse lehmig, locker. Organische Einschliessungen. »gyttjaartig», sehr fossilienreich, durch das Vorkommen dünner Lehmschichten deutlich gebändert. Mit ausgeprägt südlichen Arten, z. B. *Carex pseudocyperus*, *C. riparia*, *Ceratophyllum* cfr *demersum*. (Taf. 11: 1—2.)

Zone C. Sandiger Lehm mit Feinsand wechselnd (Taf. 10: 2). Organische Sedimente mit ausgeprägter Schichtenstruktur, ziemlich fossilienreich. Gerollte hölzerne Zapfen und Samen von *Calla palustris* treten am meisten hervor. Ein Same von *Najas marina* ist gefunden.

Zone D. Feinsand und Kies, gegen C und E in sandigen Lehm übergehend. Organische Sedimente in dünnen Schichten, fossilienarm. Charakteristische Fossilien: *Menyanthes rifoliata* und *Andromeda polifolia* (Samen). Der Kontakt gegen E bald scharf, bald Breccienstruktur zeigend (Taf. 10:4).

Zone E. Ton, bläulich grau, fest, undeutlich (durch Lehmstreifen) gebändert, äusserst fossilienarm. *Batrachium* cfr *eradicatum* ist darin angetroffen.

Darunter Sand und Kies, nicht näher untersucht.

Sporen von *Sphagnum* und *Conifer*pollen kommen in allen Zonen oberhalb E vor; die Fichte ist immer reichlicher als die Kiefer, in Zone B sogar häufig vertreten. Die übrigen Fossilien gehen aus den Tabellen S. 473—477 hervor.

Ausserdem ist ein Fragment der Diatomeengyttja, in einem Stück Ton steckend, angetroffen worden, u. a. Pollen und Diatomeen enthaltend, reichlicher und besser bewahrt als in den Zonen A—D. In dieser Gyttja, wo auch die Pollen der Fichte reichlicher vorkommen als die der Kiefer, spielen Brachwasserformen der Diatomeen (siehe die Tabelle S. 473) eine hervorragende Rolle.

Iris und *Najas marina* kommen in der Jetztzeit in Norrland nur als an die Küste gebundene Relikte vor. Sämtliche hier gemachte Fossilienfunde von *Iris* und *Najas* sind innerhalb des Gebietes des Litorinameers gelegen, weshalb die submoränen Funde dieser Pflanzen die eben besprochene Brachwasserflora der Diatomeen schön zu komplettieren scheinen.

Von den gefundenen Fossilien deuten *Selaginella* und — wenn auch in weniger ausgeprägtem Grade — *Empetrum nigrum*, *Andromeda polifolia* und *Batrachium* cfr *eradicatum* auf eine kältere, *Carex pseudocyperus*, *C. riparia*, *Ceratophyllum*, *Corylus*, *Iris*, *Lycopus*, *Najas*, *Solanum dulcamara* und *Typha latifolia* auf eine wärmere Klimaperiode hin.

Schon durch die erste Untersuchung (8.) ist gezeigt worden, dass die deckende Moräne in primärer Lage vorkommt, und dass die Fossilien mit grösster Wahrscheinlichkeit inter-

glazialen Alters sind. Folgende zwei Erklärungsversuche sind, meines Erachtens, erwähnenswert:

1. Die Zonen A—E entsprechen verschiedenen Klimaabschnitten einer interglazialen Periode, und die gefundenen Fossilien sind Vertreter der Flora dieser Abschnitte. Zone A hegt am nächsten eine subarktische, B und C eine gemässigte und E eine mehr oder weniger arktische Flora. Zone D deutet auf schwach gemässigte oder subarktische Klimaverhältnisse hin.

2. Die submoränen Schichten sind bei einer annähernden Vereisung entstanden, wobei ein während der unmittelbar vorhergehenden interglazialen Zeit gebildetes Verlandungsmoor (Flachmoor) der Erosion eines Baches oder Flusses ausgesetzt worden ist, und danach sind die herausgerodierten Fossilien samt Elementen der lebenden Vegetation sedimentiert worden. Die Elemente des Torfes, z. B. *Calla*, sind dadurch früher abgesetzt worden als die der unterliegenden Gytjtja, z. B. *Potamogeton*, und die Schichtenfolge des Moores ist also im grossen und ganzen invertiert worden.

Die Fichte, in mehreren Zonen durch Nadeln und Samen und überall durch Pollen (mit Ausnahme von E) vertreten, kommt als Pollen reichlich in der gefundenen Brachwassergyttja vor. Da der Fundort ungefähr 90 M. ü. d. M. liegt und ähnliche Bildungen in Hälsingland nur auf einem Niveau weniger als 30 M. ü. d. M. angetroffen worden sind (von der späten Einwanderung der Fichte in postglazialer Zeit abhängig), ist eine Brachwassergyttja mit Fichtenpollen auf diesem hohen Niveau etwas für die postglaziale Zeit ganz fremdes und die Fichte in den Bollnäser Schichten so zu sagen das interglaziale Leitfossil.

Förteckning öfver i Bollnäsaflagringarna funna fossila diatomeer, chrysomonadinéer, spongier och rhizopoder.

c = allm., + = täml. allm., r = sällsynt, rr = mycket sällsynt.
x markerar förekomst utan angivande av frekvens.

	Diatomacé-gyttja.	Zon D.	Zon C—D.	Zon B.	Generalprof 1912.
<i>Amphora commutata</i> GRUN. . .	rr	.	.	.	.
» sp.	.	.	.	.	rr
<i>Campylodiscus clypeus</i> EHB. . .	+	.	.	r	r
» <i>echineis</i> EHB. . .	+	rr	.	+	+
<i>Caloneis formosa</i> GREG.	rr	.	.	.	.
<i>Cymbella aspera</i> EHB. (= <i>C. gaustroides</i> KÜTZ.) . . .	rr	.	.	.	rr
» <i>Ehrenbergii</i> KÜTZ. . .	.	.	r	.	.
» <i>heteropleura</i> EHB. . .	.	r	.	r	.
» (<i>Encyonema</i>) <i>turgida</i> GREG.	.	r	.	.	.
» (<i>Encyonema</i>) <i>ventricosa</i> KÜTZ.	r	.	.	.	.
<i>Diploneis didyma</i> EHB.	rr	.	.	.	r
» <i>domblittensis</i> GRUN. . .	.	.	.	.	rr
<i>Epithemia gibberula</i> EHB. . . .	r	.	.	.	.
» <i>turgida</i> (EHB.) KÜTZ. .	r	.	.	r fragm.	r
» <i>zebra</i> (EHB.) KÜTZ. . .	r	.	.	.	rr
<i>Eunotia diodon</i> EHB.	r	.	.	r	+
» <i>faba</i> GRUN.	.	.	.	.	r
» <i>flexuosa</i> KÜTZ.	r	.	.	.	.
» <i>Formica</i> EHB.	c	.	r	+	c
» <i>gracilis</i> (EHB.) RABH. . .	.	.	.	.	r
» <i>incisa</i> GREG.	r	.	.	.	r
» » var. <i>obtusa</i> GRUN. . .	.	r	r	r	.
» <i>lapponica</i> GRUN.	.	.	.	.	rr
» <i>lunaris</i> GRUN.	.	.	.	.	r
» <i>major</i> RABH.	.	r	r	r	.
» <i>minor</i> (KÜTZ.) RABH. . .	r	.	.	r	.
» <i>monodon</i> EHB.	.	.	.	rr	.
» <i>pectinalis</i> (KÜTZ.) RABH. .	+	rr	.	.	+

	Diatomacé- gyttja.	Zon D.	Zon C—D.	Zon B.	Gene- ral- prof 1912.
<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>undulata</i> RALFS.	.	.	.	.	rr
» <i>praeclupta</i> EHB.	.	.	r	r	+
» » var. <i>bigibba</i> KÜTZ.	.	rr	.	.	.
» <i>robusta</i> var. <i>diadema</i> EHB.	.	r	r	.	r
» » var. <i>tetraodon</i> EHB.	x	rr	.	rr	+
» <i>triodon</i> EHB.	.	rr	r	.	.
<i>Gomphonema acuminatum</i> EHB.	.	.	.	rr	r
» » var. <i>coro- nata</i> EHB.	.	.	.	.	r
» » var. <i>trigo- nocephalum</i> EHB.	rr	.	.	.	.
» <i>constrictum</i> EHB. .	rr	rr	.	.	.
» <i>parvulum</i> KÜTZ. .	.	.	.	.	+
» <i>subclavatum</i> GRUN.	.	.	.	.	r
» » var. <i>acu- minata</i> HÉR. & PERAG. .	r	.	.	.	.
» » var. <i>Mu- stela</i> EHB. . . .	rr	.	.	.	.
» <i>subtile</i> EHB. . . .	r	.	.	.	.
<i>Navicula gastrum</i> var. <i>exigua</i> GREG.	.	.	.	.	rr
<i>Nitzschia circumscuta</i> BAIL. . . .	rr	.	.	r	r
» <i>navicularis</i> BRÉB. . . .	r	.	.	.	+
» <i>punctata</i> (SM.) GRUN. .	r	.	.	r	+
» <i>scalaris</i> (EHB.) W. SM.	r	.	.	.	r
<i>Pinnularia brevicostata</i> CL. . .	r	.	.	.	.
» » var. <i>lep- tostauron</i> CL. . .	r	.	.	x	.
» <i>cardinalis</i> EHB. . . .	r	.	.	.	.
» <i>gentilis</i> DONK. . . .	rr	.	.	.	.
» <i>lata</i> BRÉB.	.	.	r	r	r
» <i>major</i> KÜTZ.	r	.	r	r	.
» <i>mesolepta</i> EHB. . . .	.	.	.	.	rr

	Diatomacégyttja.	Zon D.	Zon C—D.	Zon B.	Generalprof 1912.
<i>Pinnularia mesolepta</i> var. <i>termes</i> EHB.	.	.	.	.	r
» <i>nodosa</i> EHB.	rr	.	.	rr	rr
» <i>parva</i> GREG.	.	.	.	.	rr
» <i>pulchra</i> ØSTR.	rr	.	.	.	.
» <i>stomatophora</i> GRUN.	r	.	.	x	.
» <i>streptoraphe</i> CL.	r	r	r	x	r
» » var. <i>minor</i> CL.	r	.	.	.	r
» <i>viridis</i> NITZSCH.	r	r	r	r	r
» » var. <i>fallax</i> CL.	.	rr	.	.	.
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> EHB.	.	rr	.	.	rr
» » var. <i>amphilepta</i> EHB.	.	.	r	.	.
<i>Synedra ulna</i> var. <i>oxyrhynchus</i> KÜTZ.	r	.	.	.	.
» » var. <i>spathulifera</i> GRUN.	.	.	.	.	r
<i>Tabellaria fenestrata</i> (LYNGB.) KÜTZ.	+	.	.	.	+
» <i>flocculosa</i> (ROTH) KÜTZ.	c	.	.	.	r
<i>Chrysomonadinéer</i>	x	.	.	x	x
<i>Dinobryon</i> sp.?	c	.	.	.	.
<i>Spongier</i>	c	.	x	cc	+
<i>Ephydatia</i> sp.	.	.	x	.	.
<i>Amphitrema flavum</i>	.	x	.	.	.
<i>Lecquereusia spiralis</i>	x	.	x	x	x
<i>Pelomyxa</i> sp.	.	.	.	.	x

*Förteckning öfver i Bollnäsaflagringarna funna fossila
arkegoniater.*

	Zon A.	Zon B.	Zon C.	Zon D.	Zon E.
<i>Alnus glutinosa</i>	.	+	+	.	.
» <i>incana</i>	.	+	+	.	.
» sp. (endast pollen)	+	.	.	.	.
<i>Andromeda polifolia</i>	.	.	.	+	.
<i>Batrachium</i> cfr <i>eradicatum</i> . . .	.	+ eller	+	+	+
<i>Betula</i> cfr <i>alba</i>	+	+	+	+	.
<i>Calla palustris</i>	.	+	+	.	.
<i>Carex pseudocyperus</i>	.	+	+	.	.
» <i>riparia</i>	.	+	.	.	.
» sp. (endast nöt)	+	.	+	.	.
<i>Ceratophyllum</i> cfr <i>demersum</i> . .	.	+	.	.	.
<i>Comarum palustre</i>	.	+	+	.	.
<i>Corylus avellana</i> (endast pollen). .	.	+	+	+	.
<i>Empetrum nigrum</i>	.	+	+ ^p	.	.
<i>Ericacé</i> (endast pollen)	+	.	+	.	.
<i>Graminé</i> (endast pollen).	.	.	+	.	.
<i>Iris</i> cfr <i>pseudacorus</i>	.	+ eller	+	.	.
<i>Lycopus europæus</i>	.	+	+	.	.
<i>Menyanthes trifoliata</i>	.	.	+	+	.
<i>Najas marina</i>	.	.	+	.	.
<i>Nymphæa</i> cfr <i>alba</i>	.	+	.	.	.
<i>Picea abies</i>	+	+	+	+	.
<i>Pinus silvestris</i>	+	+	+	+	.
<i>Populus tremula</i> ?	.	.	+	.	.
<i>Potamogeton prælongus</i>	.	+	.	.	.
» <i>pusillus</i> (koll.)	+	+	+	.	.
<i>Rhamnus frangula</i>	.	+	.	.	.
<i>Rubus idæus</i>	.	+	+	.	.
<i>Salix</i> sp.?	.	+	.	.	.
<i>Solanum dulcamara</i>	.	+	.	.	.
<i>Sparganium</i> sp.?	.	.	.	.	+
<i>Typha latifolia</i> (endast pollen) .	.	.	+	.	.
<i>Umbellat</i> (endast pollen)	.	.	+	.	.

	Zon A.	Zon B.	Zon C.	Zon D.	Zon E.
<i>Polypodiace</i> (sporer)	+	+	+	.	.
<i>Selaginella selaginoides</i>	.	+ el ler	+	.	.
<i>Amblystegium exannulatum</i>	.	.	.	+	.
» <i>fluitans?</i>	.	.	.	+	.
» <i>giganteum</i>	.	.	+	.	.
» <i>Wilsoni?</i>	.	.	.	+	.
<i>Sphagnum cymbifolium?</i>	.	+	.	.	.
» <i>fimbriatum</i>	.	+	.	+	.
» <i>medium</i>	.	+	+	+	.
» <i>squarrosum</i>	.	.	+	.	.
» <i>teres</i>	.	+	+	+	.

Litteraturförteckning.

1. AHLMANN, II. Beitrag zur Kenntniss der Transportmechanik des Geschiebes und der Laufentwicklung des reifen Flusses. S. G. U. Ser C. N:o 262.
2. ANDERSSON, GUNNAR. Studier öfver torfmossar i södra Skåne. Bih. K. V. A. H. Bd 15 III, n:o 3. Stockholm 1889.
3. — — Växtpaleontologiska undersökningar af Svenska torfmossar 2. Bih. K. V. A. H. Bd 18 III, n:o 8. Stockholm 1893.
4. — — Om några växtfossil från Gotland. G. F. F. Bd 17. H. 1. Stockholm 1895.
5. — — Norrländska elfdalsaflagringarnes bildningssätt och ålder. G. F. F. Bd 17. H. 4. Stockholm 1895.
6. — — Svenska växtvärldens historia. 2. uppl. Stockholm 1896.
7. — — Hasseln i Sverige fordom och nu. S. G. U. Ser Ca. N:o 3.
8. ATTERBERG, A. Studier öfver jordslagen. G. F. F. Bd 34. H. 7. Stockholm 1913.
9. ERIKSON (HALDEN) B. En submorän fossilförande aflagring vid Bollnäs i Hälsingland. G. F. F. Bd 34. H. 5. Stockholm 1912.
10. HARTZ, N. Bidrag til Danmarks tertiære og diluviale Flora. Köpenhamn 1909.
11. HELLSING, G. Notes on the Structure and Development of the Turfmoor Stormur in Gestrikland. Bull. of the Geol. Inst. of the Univ. of Upsala. Vol. II: Part. 2. Upsala 1896.
12. HOLST, N. O. De senglaciala lagren vid Toppeladugård. G. F. F. Bd 28. H. 1. Stockholm 1906.
13. HÖGBOM, A. G. Om interglaciala aflagringar i Jemtland. G. F. F. Bd 15. H. 1. Stockholm 1893.
14. JONSSON, FRITZ. Till frågan om hasselns forna utbredning i Ångermanland. G. F. F. Bd 33. H. 3. Stockholm 1911.
15. LAGERHEIM, G. Torftekniska notiser. G. F. F. Bd 24. H. 6. Stockholm 1902.
16. MELIN, E. Sphagnologische Studien in Tiveden. K. V. A. Arkiv f. Botanik Bd 13. N:o 9. Upsala 1913.
17. MUNTHE, II. Studier öfver Baltiska hafvets kvartära historia. Bih. K. V. A. H. Bd 18 II n:o 1. Stockholm 1892.

18. — — Om den submoräna Hernögyttjan och dess ålder. G. F. F. Bd 26. H. 4. Stockholm 1904.
19. — — Preliminary list of plant remains found in the Hernögyttja. G. F. F. Bd 32. H. 6. Stockholm 1910.
20. NATHORST, A. G. Om arktiska växtlemningar i Skånes sötvattensbildningar. Öfvers. K. V. A. H. 1872 n:o 2. Stockholm 1872.
21. — — Nya fyndorter för arktiska växtlemningar i Skåne. G. F. F. Bd 3. N:o 10. Stockholm 1877.
22. — — Spätglaciale Süßwasserablagerungen mit arktischen Pflanzenresten in Schonen. G. F. F. Bd 32. H. 3. Stockholm 1910.
23. VON POST, L. Stratigraphische Studien über einige Torfmoore in Närke. G. F. F. Bd 31. H. 7. Stockholm 1910.
24. SAMUELSSON, G. Über den Rückgang der Haselgrenze und anderer pflanzengeographischer Grenzlinien in Skandinavien. Bull. of the Geol. Inst. of the Univ. of Upsala Vol. XIII. Upsala 1915.
25. SANDEGREN, R. Ragundatraktens postglaciala utvecklingshistoria enligt den subfossila florans vittnesbörd. S. G. U. Ser Ca n:o 12. Stockholm 1915.
26. SERNANDER, R. Studier öfver den gotländska vegetationens utvecklingshistoria. Upsala 1894.
27. — — Den skandinaviska vegetationens spridningsbiologi. Upsala 1901.
28. — — Die schwedischen Torfmoore als Zeugen postglazialer Klimaschwankungen. Die Veränderungen des Klimas. Intern. geologkongressen. Stockholm 1910.
29. WESENBERG—LUND, C. Om Ferskvandsfaunaens Kitin- og Kisellevninger i Tørvelagene. Medd. Dansk Geolog. For. n:o 3. Köpenhamn 1896.
30. — — Om Limnologiens betydning for Kvartærgeologien. G. F. F. Bd 31. H. 6. Stockholm 1910.
31. WISTRÖM, P. W. Förteckning öfver Helsinglands fanerogamer och pteridofyter. Vimmerby 1898.

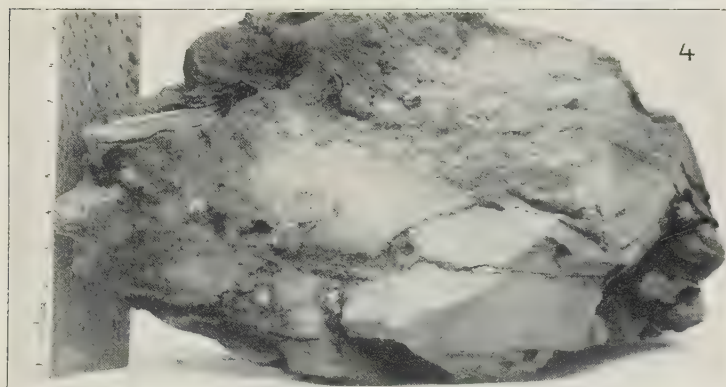
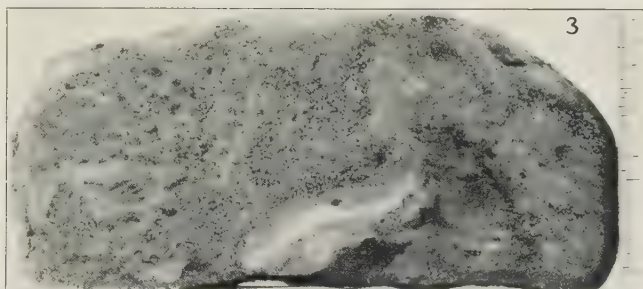
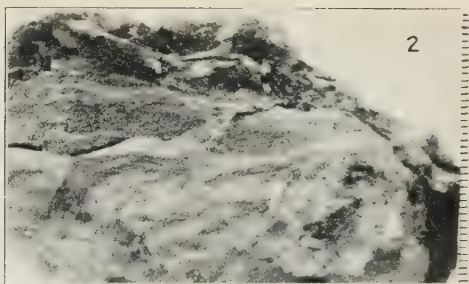
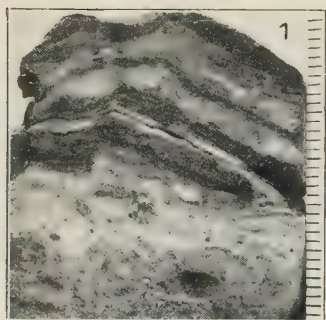
Förklaring till taflorna.

Tafl. 10.

1. Skiktade och veckade lager i zon A. De mörka banden äro af organiskt ursprung.
2. Detalj från zon C. Öfverst 2 *cm* svart organisk substans.
3. Breccieartadt parti från zon D. De mörka, fina strimmorna bestå af organisk detritus.
4. Kontakt mellan zon D och E.
(1—4. B. HALDEN foto å Västbiologiska Institutionen, Upsala.
Skalan graderad i millimeter.)
5. *Carex riparia*, frukter, 4 gånger förstörade: a. recent.
A. LAURELL del. b. fossil från zon B.
c. fossil nöt från zon B.

Tafl. 11.

1. Parti af zon B. De mörka strimmorna i bildens nedre högra del äro slagskuggor.
2. Detalj från zon B. (Skalan centimetergraderad. B. HALDEN foto Bollnäs 1914.)



a



b

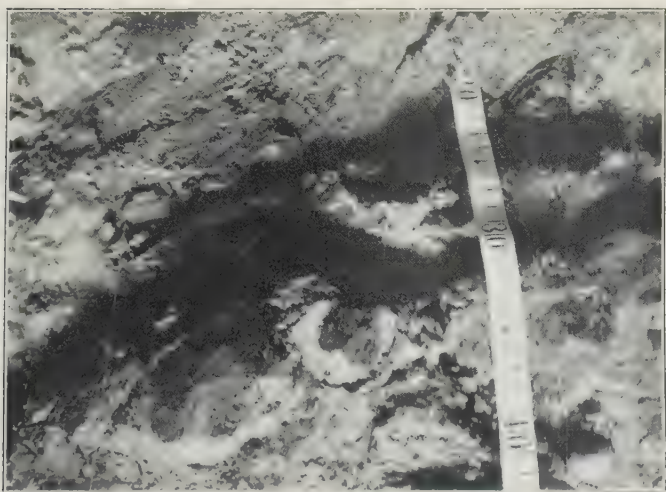


c

5



1



2

Om förekomsten af rutmark på Gotland.

Af

HENRIK HESSELMAN.

Flytmarken, dess uppkomst, dess olika former och geografiska utbredning, har på senaste tid ådragit sig en allt större uppmärksamhet från geologernas sida och detta icke minst i vårt land. I senaste tid ha tvenne svenska forskare i omfattande afhandlingar behandlat ofvannämnda tema, nämligen J. FRÖDIN¹ och BERTIL HÖGBOM², som vid sina försök att klargöra fenomenets orsaker kommit till ganska olika resultat. Då en vidgad kännedom om de omständigheter, under hvilka flytjord kan uppträda, i sin mån kan bidra till att klargöra de faktorer, som bestämma flytjordens egendomliga struktur, torde följande korta meddelande ej vara utan sitt intresse.

Många forskare ha såsom en viktig orsak till flytjordens uppträdande i arktiska och högalpina trakter framhållit den eviga tjälen, som dels hindrar smältvattnet att sjunka ned i djupare jordlager, dels tjänstgör som ett slags glidyta för de vattendränkta jordmassorna. B. HÖGBOM hyser den uppfattningen, att tjälen dessutom har stor betydelse för flytmarkens regelation, hvilket återigen af FRÖDIN förnekas eller drages i starkt tvifvelsmål.

I vårt land förekommer rutmark långt utanför de arktiska och högalpina områdena under omständigheter, som

¹ Geografiska studier i St. Lule älfs källområde. S. G. U. Årshök. 7. 1913. Stockholm 1914.

² Über die geologische Bedeutung des Frostes. Bull. of the Geol. Inst. of Upsala. Vol. XII. Uppsala 1914.

i viss mån torde vara ägnade att belysa denna fråga. Sommaren 1907 undersökte jag på offentligt uppdrag skogarna på de gotländska hållmarkerna. Under dessa studier ägnades rätt mycken uppmärksamhet åt vittringsjordens beskaffenhet på kalkhällarna. Vittringsjorden består af större och mindre skarpkantiga stenar, blandade med lerigt finmaterial. Stundom visar denna vittringsjord samma strukturella anordning som den arktiska rutmarken, i det att stenarna bilda ett mer eller mindre regelbundet nätverk, hvarest rummen mellan nätmaskorna uppfyllas af finmaterialet. Fenomenet har i korthet omtalats i min redogörelse för de gotländska hållmarkskogarna,¹ men då en mera utförlig redogörelse torde försvara sin plats i denna tidskrift, vill jag här litet närmare redogöra för de omständigheter, under hvilka rutmark bildas på Gotlands hållmarker.

Bland hållmarkerna kan man urskilja tre, med hänsyn till vegetationen mycket olika typer, nämligen:

I. Hållmarker utan eller med ett obetydligt lager vittringsjord.

II. Hållmarker med dränerad vittringsjord.

III. Hållmarker med odränerad vittringsjord.

Endast å hållmarker af den sistnämnda typen förekommer rutmark eller flytjord, åtminstone i någon större omfattning. Den mest utpräglade rutmarken har jag funnit på Sundre östra alfvar, d. v. s. alfvarområdet nordost om Sundre kyrka å sydligaste delen af Gotland. Hällen där består, enligt geologiska kartan, af stromatoporkalk. Endast inom smärre fläckar går kalkstenshällen fullt blottad i dagen, till öfvervägande del är den täckt med ett lager vittringsjord af växlande mäktighet, 10—30 cm. Vittringsjorden är starkt lerig. Hällen saknar slukhål eller sprickor, åtminstone inom stora områden. Dräneringen är därför mycket dålig. Om våren är jorden genomdränkt med vatten. Vandraren sjunker ned

¹ Vegetationen och skogen på Gotlands hållmarker. En undersökning med anledning af ett lagförslag. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 5. Stockholm 1908.

till öfver fotknölarna i den genomblötta vittringsjorden, bestående af en blandning större eller mindre kalkstensstycken, kalkstenssplittror och lera. Hällmarken påminner då mycket om förhållandena i arktiska trakter, där en smältande snödrifva lätt gör nedanför liggande marker så godt som oframkomliga, i det den upptöade vittringsjorden förvandlas till en seg lervälling, där man riskerar att sugas fast vid hvarje steg man tar. Då markens lutning är svag, kan det knappast blifva tal om någon egentlig afrinning i den starkt vattenhållande jordarten. Likheten med förhållandena i arktiska trakter är i flera afseenden påfallande. Ett jämförelsevis tunt, vattendränkt jordlager hvilar på en ogenomsläpplig botten, på alfaret en kalkstenshäll, i arktiska trakter den tjälade marken. Jordlagren ha i det väsentligaste samma sammansättning, en blandning af gröfre och finare stenar samt lerliknande material. Olikheten ligger i markens temperatur; i arktiska trakter en starkt frusen mark, som ej tinar upp annat än ytligt under sommaren, på alfaret en mark, där tjälen välsällan går så djupt som till den fasta hällen. I afseende på vittringsmaterialets strukturella anordning är likheten slående. I fig. 1 återgifves en fotografi, som, fastän den kunde vara klarare, dock ger en tämligen god föreställning om, hur markytan ser ut. Rutnätet är tämligen starkt utprägladt, ehuru ganska oregelbundet, maskorna mellan stennäten äro utfyllda af det finare materialet i vittringsjorden. Stundom saknas den nätformiga anordningen af grofmaterialet, stenarna bilda då längre eller kortare band, mellan hvilka finmaterialet är anhopadt. Liknande strukturformer förekomma, som bekant, äfven i arktiska trakter, af B. HÖGBOM kallas de stengirlander. En annan likhet med arktiska trakter ligger i vegetationens svaga utveckling. Å den del af hällmarken, som är afbildad å fotografien, består växtligheten hufvudsakligen af enstaka exemplar af *Cynanchum Vincetoxium*. Där rutmarken är som bäst utpräglad, utgöres vegetationen af tvenne växtformer, som synas vara särskildt lämpade för att växa

på starkt utpräglad uppfrysningssjord, nämligen *Galeopsis Ladanum* f. *globosa*. Witte och *Daucus Carota* f. *contracta*. Ofvanjordssystemet hos dessa växter är starkt förkrympt, i jämförelse med hufvudformerna äro alfvarformerna starkt utpräglade dvärgformer, utom i det afseendet att rotsystemet är särdeles väl utveckladt.



Ur Statens skogsförsöksanstalts saml.

Foto H. Hesselman och T. Lagerberg.

Fig. 1. Bild af vittringsjorden å Sunde östra alfvar. Den rutformiga anordningen framträder tydligt. Gotland. Sunde sn, juni 1910.

Likheten med arktiska traktors rutmark är sålunda omisskännlig. Fenomenet är visserligen icke så utpräglat som där, men i hufvudsak återfinner man samma egenskaper. I ett afseende är rutmarken på Gotland af ett särskildt intresse. Den underlagrande jorden är icke en tjälad jord, utan en för vatten svärgenomsläpplig håll. Någon regelation underifrån

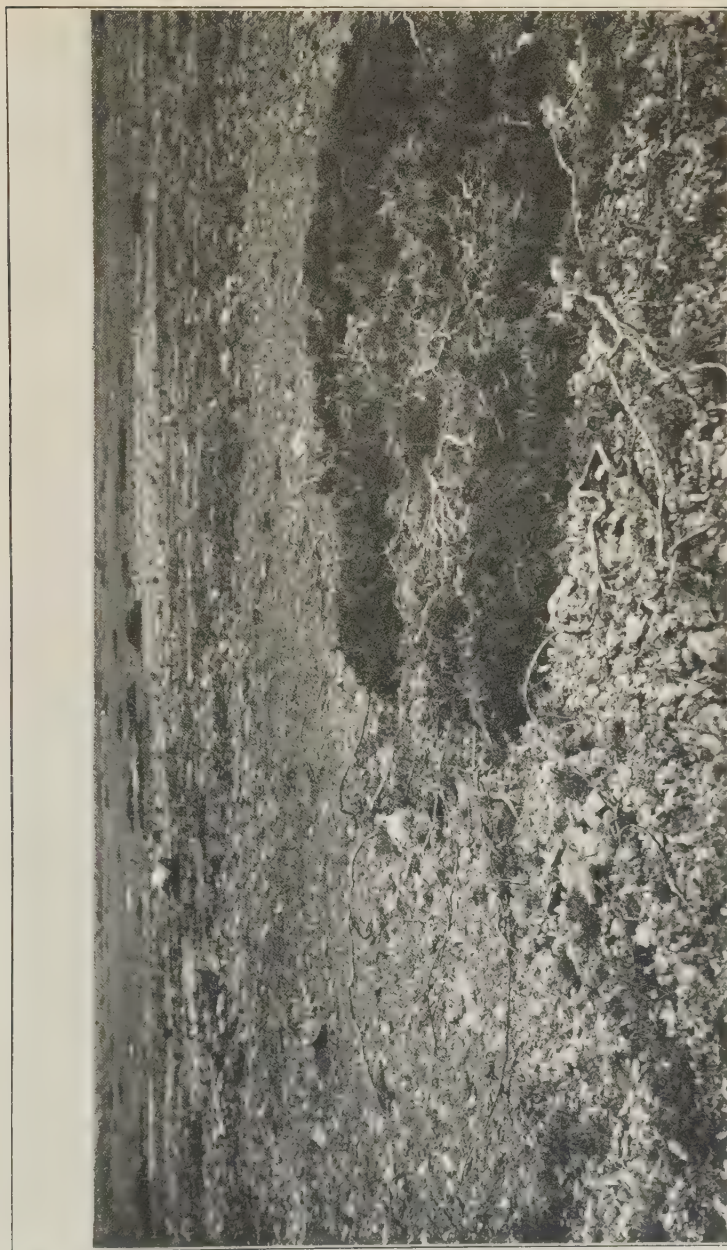
kan därför svårligen bliva tal om, som B. HÖGBOM vill göra antaglig för fenomenets uppträdande i arktiska trakter. Ehuru jag icke gjort några direkta observationer öfver rutmarkens uppkomst, synas mig dock många förhållanden å Gotlands hällmarker tyda på, att frosten det oaktadt spelar en mycket stor roll för uppkomsten af denna markform. JOHANSSON säger på tal om de s. k. träskhedarna på norra Gottland, »den om våren jäsande, gula, lerhaltiga och grusiga massan, som om vintern pellarformigt förklyftas, tillåter ej, att något slutet växttäckte uppstår.»¹ Här ha vi sålunda att göra med en strukturförändring i marken, som förorsakas af markens frysning och som visar vissa likheter med rutmarken. På de odränerade hällmarkerna är uppfrysning af träd och buskars rötter ett mycket vanligt och starkt framträdande fenomen och detta är alldeles särskildt fallet på Sundre östra alfvar, som äger den mest utpräglade uppfrysningssjord, som jag någonsin sett. Af stor betydelse torde härvidlag vara, att Sundre alfvar har ett starkt vindöppet läge, hvadan ett mera permanent snötäckte under vintrarna torde saknas. Temperaturväxlingarna böra därför göra sig kraftigare gällande än på sådana marker, som skyddas af ett isolerande snötäckte. Som bekant är uppfrysning under barvintrar kraftigare än under snörika vintrar. Ett mycket belysande exempel på uppfrysning synes mig förtjäna framhållas. Å alfvaret väster om landsvägen Burgsvik—Sundre nära Sundre kyrka anträffades vid min undersökning sommaren 1907 en enbuske, hos hvilken en rot, 5—8 cm i diameter, lyfts upp ur marken af en uppskjutande sten och det med en sådan kraft, att den starka, tydligen väl förankrade enroten bräckts af, så att endast veden på rotens undre sida kunde förmedla vattentransporten. Endast genom vattnets utvidgning vid frysning torde stenen ha kunnat föras upp ur marken med en sådan

¹ K. JOHANSSON. Hufvuddragen af Gotlands växttopografi och växtgeografi grundade på en kritisk behandling af dess kärlväxtflora. K. Sv. Vet. Ak. Handl. Bd 29. Nr 1. Stockholm 1897. Sid. 25.

kraft, att den kunnat bräcka enroten. Å Sundre östra alfvar stå också rötterna på de låga, mattformiga och vindpinade enarna i bågar öfver marken (se fig. 2).

Ett annat fenomen, som sannolikt står i samband med uppfrysningen, är det förhållandet, att de gröfre stenarna äro liksom samlade på ytan. Många gånger påträffar man smärre stenhopar, lagrade på ytan af den finare, mera lerliknande jorden. Denna sortering, som ehuru icke alldeles fullständig, dock omisskännligen förekommer, torde sammanhänga med stenarnas uppfrysning. Några omständigheter, som särskildt kunna gynna stenarnas uppfrysning, och några belysande observationer häröfver torde i detta sammanhang förtjäna ett omnämmande. En mycket viktig omständighet för de strukturförändringar, som inträffa i vittringsjorden vid frost, torde vara, att den består af material med olika värmeledningsförmåga. Stenen leder värmen fortare än den omgifvande grusblandade fina jorden, där kontakten mellan de enskilda mineraljordspartiklarna afbrytas af luftfyllda mellanrum. Jorden leder visserligen värmen hastigare i genomfuktadt tillstånd än i torrt, men en vattendränkt grusjord synes dock leda värmen mindre hastigt än den kompakta stenen. Härför talar en iakttagelse, som jag gjorde på Djursholm i december månad 1914. Förra delen af månaden var rätt nederbördsrik, det regnade under flertalet dagar, medan temperaturen i regel var tämligen hög, endast under ett fåtal dagar nedgick minimitemperaturen under noll. Den 18:de december föll ett lätt snöfall på den ofrusna, starkt genomfuktade marken. Det sätt, hvarpå den fallande snön smälte, illustrerade på ett påfallande sätt moränmarkens ojämna värmeledningsförmåga. På och närmast omkring de i ytan liggande stenarna¹ smälte snön bort, men blef kvarliggande mellan stenarna, utom här och där på några mindre fläckar. Just under dessa fläckar lågo emellertid större eller mindre stenar helt nära markytan, ehuru täckta af ett tunnare lager fint material. Det är tydligt,

¹ Stenarnas öfre yta lågo i markens plan.



Ur Statens skogsförsöksanstalts saml.

Fig. 2. Enbuskar å Sundre östra alfvar. Rötterna genom uppfrysning bågformigt höjda öfver marken.
Gotland. Sundre. Juni 1910.

Foto H. Hesselman och T. Lagerberg.

att stenarna afgåfvo sitt värme hastigare än det omgifvande finare materialet och därigenom framkallade snöns smältning. Äfven om marken är fuktig, böra stenarna sålunda hastigare afkylas än den omgifvande jorden. Följande iakttagelse synes mig tala för, att detta bör spela en stor roll för stenarnas förflyttning i jorden.

Efter en ganska nederbördsrik, mycket mild december inträffade de första dagarna i januari 1915 temperaturer under fryspunkten jämte stark ostlig vind. Detta hade till följd att den förut otjälade marken började frysa, hvilket framkallade de mest storartade pipkrakebildningar man gärna kan se. Flerstädes utbildades å lerig mark 10—15 *cm* höga pipkrakekristaller. De ytligt liggande stenarna fröso upp, d. v. s. de höjde sig från sitt underlag, på samma gång som den omgifvande jorden drog sig något tillbaka. Dessa i sina hålor liggande stenar hvilade icke direkt på gropens botten, utan uppburos af en mängd, visserligen ganska korta, men dock väl utbildade, pipkrakeliknande iskristaller. Ehuru iskristallerna voro af en till synes ganska spröd natur, fasthöllos dock stenarna vid marken med en rätt så anseelig kraft, hvilket torde bero därpå, att iskristallerna samverkade med hvarandra. En dylik sten kan stundom vara ganska besvärlig att sparka upp ur sin lilla håla, ehuru den till synes ligger alldeles lös. Iskristallskiktet på stenens undre sida torde bildas dels af det vatten, som finnes mellan stenen och den omkringliggande jorden, dels ock af den fuktighet, som från den ännu ofrusna jorden strömmar till de nybildade kristallerna. Dessa kristaller torde kunna växa på samma sätt som de på markytan bildade pipkrakekristallerna.¹ Dessas storlek eller mäktighet nå de emellertid ingalunda. Hvad som emellertid i detta sammanhang är af ett särskilt intresse är att dessa kristaller icke blott bestå af enbart is, utan att stundom

¹ Se närmare HENRIK HESSELMAN Studier öfver skogsväxt på mossar. Medd. fr. Statens skogsförsöksanstalt H. 3. 1906. Stockholm 1907. och B. HÖGBOM cit. arb. sid. 300.

smärre gruskorn och lerpartiklar följa med och inbäddas i kristallerna. När töväder inträffar, böra iskristallerna under stenen smälta snabbare än den omgivande frusna jorden, stenen sjunker ned i sin håla. Ha emellertid dylika ler- eller sandpartiklar ingått i kristallerna, kan det lätt hända, att stenen liksom gillras upp af dessa, en springa bildas mellan stenen och dess underlag. När marken i ytlagren börjar töa, kan denna springa lätt fyllas med grus och lerslam; stenens underlag har ökats, den har höjts i förhållande till sin omgivning.

Tyvärr kunde jag förra vintern ej fortsätta mina observationer och studera djupare ned i marken liggande stenars infrysningssätt. De första dagarna i januari tjälade endast det öfversta markskiktet, med starkare köld kom snö, som hindrade tjälens vidare nedträngande och som kvarlåg ända till våren. Det är emellertid ganska sannolikt, att tjälen äfven längre ned i marken blir oregelbundet utbildad omkring stenar. Våren 1915 undersökte jag i Degerfors' revir, Västerbotten, tjälens förhållande till vattnets afrinning under snösmältningen. Tjälen var våren 1915 äfven däruppe svagt utbildad, endast de öfversta markskikten voro frusna. I mera sluten skog omfattade tjälen endast humustäcket och blekjordsskiktet, rostjorden var så godt som oberörd af tjälen. På tallhedarna omkring Vindelälven var tjälen kraftigare, den nådde där ett djup af omkring en fot. Den hade emellertid en ganska intressant struktur. Öfverst på markytan fanns ett fast sammanhängande istäcke, omfattande låftäckets nedre partier och själfva humustäcket. Mineraljorden däremot var uppdelad i mindre starkt frusna sandmassor, omgifna af mer eller mindre regelbundet utbildade, horisontellt gående skikt eller strängar af porös is, bestående af tämligen stora, fasta iskristaller. I synnerhet omkring rötterna funnos dylika strängar eller rör af porös is, ofta tämligen grofva och bestående af mer eller mindre ren is. Dylika issträngar eller is-skikt kunna, enligt min uppfattning, lämpligast förklaras på så sätt, att i vissa skikt i marken iskristaller vid afkylning

bildas tidigare än i andra. De först bildade kristallerna tillväxa sedan på bekostnad af fuktighet, som strömmar till från ännu ofrusen jord. Isbildningen omkring rötterna torde icke oväsentligen gynnas däraf, att vattnet där kan röra sig hastigare än i jorden i öfrigt. Blir vattnet i marken underkyldt, äro utsikterna för kristallbildning därför störst omkring rötterna. I detta sammanhang torde äfven ett annat förhållande böra påpekas. Ångspänningen i de större kapillärerna är högre än i de mindre, hvarför isbildningen först börja i de förra. De först bildade kristallerna kunna sedan växa på bekostnad af tillströmmande fuktighet. Det hade naturligtvis varit af stort intresse att undersöka, huru stenar förhålla sig i den tjälade marken. I moränmarken gick tjälen ej tillräckligt djupt, för att man skulle kunna göra några observationer häröfver. Det låter ju emellertid mycket väl tänka sig, att under vissa förhållanden dylik porös is bildas också omkring stenarna. Blir isskiktet på stenens undersida kraftigare än på dess öfversida, kan man mycket väl tänka sig en förskjutning uppåt i marken, på samma sätt som hos de mera ytligt liggande stenarna. Förutsättningen för att isskiktet på stenens undersida skall bli kraftigare än på dess öfversida är tydligen den, att de på undersidan bildade kristallerna genom tillströmmande vatten tillväxa kraftigare än de på öfversidan. Detta böra de ju lätt kunna göra, då marken på stenens undersida tjälar senare än på dess öfversida, så att vattentillströmningen till kristallerna på undersidan kan fortsätta längre än på öfversidan. Fortsatta observationer öfver den tjälade jordens struktur äro emellertid af nöden för att afgöra, hur pass berättigad en dylik åskådning kan vara.

Kan man på detta sätt tänka sig stenarnas uppfrysning, så återstår dock för en utredning af rutmarkens uppkomst att förklara stenarnas nätformiga anordning. Mycket synes mig tala för, att man äfven härvidlag har att göra med ett frostfenomen. Den i fig. 3 afbildade markstrukturen är i detta afseende af intresse. Fotografien är tagen rätt uppfifrån och föreställer

ett stycke af hållmarken på Hejdeby hällar, där uppfrysning fläckvis förekommer. Den mera lösa lerartade jorden skjuter här och där upp ur det på ytan liggande skiktet af kalkstenssplittror i form af små jordpyramider. Jordpyramiden har skjutit stenarna åt sidan och åstadkommit en rutmarksruta i



Ur Statens skogsförsöksanstalts saml.

Foto H. Hesselman.

Fig. 3. Rutmarksruta i miniatyr. Gotland, Hejdeby hällar, sept. 1907.

miniatyr. Möjligen står denna pyramidbildning i förbindelse med de förskjutningar i lerjorden, som äga rum då vattnet öfvergår till is. Dessa små lerpyramider behöfva blott utvidga sig åt sidorna, för att en vanlig rutmark skall uppstå.

En fullt tillfredsställande förklaring till rutmarkens upp-

komst kan endast ges genom att noggrant studera en rutmark, sommar och vinter, och registrera de förändringar, den undergår. Att sådana undersökningar ännu icke utförts, torde förnämligast bero därpå, att rutmarken hufvudsakligen träffas i arktiska och högalpina trakter, som vintertid erbjuda alldeles särskilda svårigheter för mera noggranna observationer. På Gotlands södra alfvar kunna emellertid dylika undersökningar utföras såväl sommar som vinter utan några större svårigheter. Visserligen är där rutmarksfenomenet mindre utprägladt än i arktiska trakter, men förhållandena tillåta i stället ett mycket noggrannare studerande. En observationsserie, anordnad på södra Gotlands alfvarmarker, skulle därför kunna bidra till lösandet af ett mycket omdebatteradt arktiskt problem.

Some xerophytic leaf-structures in Mesozoic plants.

By

T. G. HALLE.

(With Pls. 12—13.)

Among the remains of the Mesozoic flora handed down to us the high percentage of xeromorphic plants is very striking. To a great extent this fact may be accounted for by the predominance in this flora of the Gymnosperms, which as a group are characterized by a high degree of xeromorphism. In some Mesozoic floras, however, the common occurrence of xerophytic structures might possibly be regarded as a result of prevailing conditions of physiological drought, caused by either climatic or edaphic factors. In such cases the study of the minute structures of fossil plants attains a certain importance even to geology and palaeogeography. As petri-fied material only in exceptional cases has been found in the Mesozoic rocks, the varying degree of xeromorphism shown by Mesozoic plants can mostly be traced only in the structure of their leaf-cuticles. This line of research has therefore been greatly stimulated by the more general employment of improved methods in the microscopical study of fossil cuticles which has been noticeable in recent years — chiefly as a result of the work of Professor A. G. NATHORST.

In the study of fossil leaf-cuticles attention has hitherto been directed chiefly to the systematical side. A considerable

amount of facts have already been brought to light which in due time will become of value for the ecological study and comparison of the several Mesozoic floras, but it is not yet sufficient to permit of any generalizations. What is needed now is a continued accumulation of facts regarding the structure of leaf-cuticles even in cases where the facts themselves are of little or no interest from a systematical point of view.

The following should be regarded in the light of an addition to the material which is now being collected for a future study of Mesozoic plant-ecology and geography.

In the first place there will be described in some detail a form of xerophytic structure found in a very similar development in plants so different as the genus *Pseudocycas* of NATHORST and two species of conifers compared by SCHENK with the recent genus *Sciadopitys*. All these examples are from the Cretaceous flora of Greenland. The structures in question have already been described, but in the case of the two conifers only very shortly and without illustrations, and *Pseudocycas* has recently been made the subject of a discussion which seems to call for some further elucidation.

To the description of these Cretaceous forms will be added an account of a different yet somewhat similar form of xerophytic structure found in a species of *Anomozamites* from the Rhaetic of Sweden.

Pseudocycas NATHORST.

This genus was instituted in 1907 by NATHORST¹ for some fronds from the Cenomanian of Greenland which were referred to four different species. One of these species had originally been described by HEER as *Cycadites Dicksoni*, but

¹ A. G. NATHORST: *Pseudocycas*, eine neue Cycadophytengattung aus den cenomanen Kreideablagerungen Grönlands. *Paläobotanische Mitteilungen*. 1. K. Svenska Vetenskapsakad. Handl. Bd. 42. N:o 5. 1907.

was later placed by the same author in the genus *Cycas* together with a second species, *Cycas Steenstrupi* HEER.¹ *Pseudocycas insignis* NATH. is the best known of the species, and the one in which the characteristic features of *Pseudocycas* were first noted: it should be regarded as the type of the genus. *P. insignis* and the fourth species, *P. pumilio* NATH. — which, according to NATHORST, may possibly be only a young leaf of the former — had previously been referred by the same author to the genus *Cycas* (cfr. NATHORST, l. c., p. 4) and it was only in the microscopical examination of pinnae subjected to the now usual chemical treatment that their peculiar structure became apparent.

The chief characters of *Pseudocycas insignis* and also of the genus *Pseudocycas* are given by NATHORST as follows: »Die Fiedern sind nämlich nur scheinbar einnervig, und die Mittelrippe besteht vielmehr aus zwei dicht an einander gedrängten Nerven, die an der Unterseite der Fieder eine Rinne umschliessen, in welcher die Spaltöffnungen ihren Platz haben, während sie im übrigen Teile der Fieder vollständig fehlen.»

The same characters were found in the three other species though in *Pseudocycas pumilio* NATH. and *P. Dicksoni* (HEER) NATH. the existence of the furrow could only be verified by means of the impression, the specimens being unsuitable for microscopical examination. In *P. Steenstrupi* (HEER) NATH. the existence of two veins could not be established; but the author thinks there is hardly any doubt that this species also belongs to *Pseudocycas*, the less so as there was found in a preparation of *P. insignis* an indication of an occasional fusing of the veins. It may be added that the cells bordering on the stomatiferous furrow were found in *P. Steenstrupi* to have a granulated appearance suggesting the occurrence of papillae comparable to those in *Sciadopitys*.

¹ For reference to HEER's works, see A. G. NATHORST, l. c.

Recently Miss R. HOLDEN¹ has made a detailed study of two species hitherto referred to the genus *Cycadites*, viz. *C. Saporatae* SEW. and *C. Roemeri* SCHENK, with the result that these species are transferred to *Pseudocycas*. The agreement with the *Pseudocycas* type as defined by NATHORST was not a perfect one, however. In *P. Saporatae* «there are, at places, indications of a double midrib, though usually it is unquestionably single» and the stomata are not exclusively confined to the central groove, though they occur in large numbers there, but «there are also a few others scattered irregularly to the right and left of the midrib.» *P. Roemeri* agrees with *P. Saporatae* in regard to the nature of the midrib, except that the double nature of the latter is not equally obvious, but in the distribution of the stomata there is a further departure from the *Pseudocycas insignis* type, since «the whole leaf is densely covered with stomata, with the exception of the tissue overlying the midrib on the upper surface.»

In consideration of these facts Miss HOLDEN suggests that in the future the genus *Pseudocycas* should include those forms whose cuticles have the structure described by NATHORST, and that *Cycadites* should be retained for fronds resembling the living *Cycas* in external appearance, but whose cuticles are as yet unknown». In the discussion leading to this view, with which the present writer is entirely in agreement, Miss HOLDEN weighs the diagnostic importance of such characters as the distribution of stomata and the occurrence of a dorsal groove bordered by two veins. In referring *Cycadites Saporatae* and *C. Roemeri* to *Pseudocycas* Miss HOLDEN (l. c., p. 337) says that «the difference in distribution of stomata is not of vital importance», and this statement seems to be irrefutable, if it is borne in mind that this is only an ecological character which may well be subjected to modification from external conditions within very narrow systematical limits. The question of the dor-

¹ RUTH HOLDEN: On the relation between *Cycadites* and *Pseudocycas*. The New Phytologist. Vol. 13. No 10. Dec. 1914.

sal groove and the double nature of the midrib seems to require some further elucidation, which is better given in connection with a further discussion of the type-species.

Pseudocycas insignis NATH.

Pl. 12, figs 1—11.

Cycas n. sp., NATHORST in A. E. NORDENSKIÖLD: Den andra Dicksonska expeditionen till Grönland, p. 289 and text-fig. 5, p. 287. Stockholm 1885.

Pseudocycas insignis, NATHORST 1907, l. c., pls. 1, 2. |

NATHORST, in his description of this species, states that the venation consists of two closely placed median veins with a groove between them. Miss HOLDEN says in one place (p. 334) that »*Pseudocycas Steenstrupi* has always, and *P. insignis* at times, only a single midrib» and in another (p. 335), speaking of *Pseudocycas Saportae*, that »there are, at places, indications of a double midrib, though usually it is unquestionably single — a state of affairs paralleled by NATHORST's *Pseudocycas insignis*». The only foundation for these statements that I can find in NATHORST's paper is a passing remark, made in connection with the reported failure to discover a double midrib in *Pseudocycas Steenstrupi* (the midrib is not even in that species stated to be single). It is said here (p. 9), that it is not excluded that the two strands may sometimes fuse, and that an intimation of this has been observed in a preparation of *P. insignis*, in which the two strands, which are distinctly separate at one end of the preparation, approach at the other.

In all the carbonized pinnae of *Pseudocycas insignis* that I have examined, I have always found a distinct median groove on the lower side, bordered to the right and left by an elevation of the tissue. As a complement to the drawings published by NATHORST there are reproduced in pl. 12, figs. 1—3, a couple of enlarged photographs of pieces of pinnae showing the furrow quite distinctly. In fig. 2 it can be seen that the groove — as the pinna itself — widens towards the rachis.

Even on a superficial examination it can be noted that the groove is quite deep and forms a very conspicuous feature of

the pinna. Its appearance does not, indeed, favour the explanation of its nature and origin given by Miss HOLDEN. Miss HOLDEN has observed that when pinnae of the living species *Cycas siamensis* and some other members of the genus are allowed to dry, the tissue of the midrib collapses down the centre so that, instead of a single ridge representing the midrib, there are formed two ridges with a groove between them. The structure of the pinnae of *Pseudocycas insignis* is interpreted in analogy with this observation. The furrow in *Pseudocycas insignis* would then only be the collapsed median zone of the single midrib, and the two ridges bordering it the marginal parts of the same midrib left in their natural position in the process. Assuming this interpretation to be correct, it would also explain why the midrib has been reported to be sometimes single, sometimes double in one and the same species: the pinnae would appear to have a single or a double midrib according as the impressions were made by a fresh or a dried leaf. Miss HOLDEN also thinks that the impressions of the upper side of a normal *Cycas* pinna would be referred to *Pseudocycas*. It would seem as if in this reasoning the impression of the *Cycas* pinna is compared with the actual pinna of *Pseudocycas*, but the question is of no importance here, since both in Professor NATHORST'S and in the present paper only the lower side of the pinna is considered in this connection.

If *Pseudocycas* had really a single broad midrib and the median groove on the dorsal side were only a secondary effect of the shrivelling of the pinna, the position of the stomata would be rather abnormal. In *P. insignis* they would be placed exclusively and in *P. Saportae* chiefly in the zone of the epidermis covering the midrib. It is well known that generally the stomata are placed above the interspaces between the veins, as is quite natural considering their functions. In fossil cuticles the course of the thicker veins can indeed very often be traced by means of the narrow bands

of non-stomatiferous tissue with elongated cells. In *Cycas revoluta* the same rule holds true: the whole lower side is densely covered with stomata except the zone above the midrib, where there are none.

A close examination of the pinnae of *Pseudocycas insignis* has convinced me that the dorsal stomatiferous groove cannot be merely a secondary effect of the collapse of the midrib but was a natural and conspicuous feature of the living pinna. Some of the figures in pl. 12 will show this better than any description. The pinnae are very thick, and by imbedding them in paraffin and using a microtome it was possible to prepare transverse sections. This, however, succeeded only with pinnae which had not been subjected to the usual chemical treatment, and as the sections had moreover to be cut very thick, the preparations are not transparent. The sections had further to be kept mounted in paraffin since, if this was dissolved, the whole crumbled into little fragments. The outlines, however, appear sufficiently distinct, as can be seen from the photographs in fig. s. 4—6, pl. 12. The groove is bordered by overhanging ridges and from a narrower entrance widens distinctly inwards. In the natural state the groove will have represented more than the half of a (perhaps flattened) cylinder. It is obvious that this structure cannot have been caused by the collapse of the midrib.

The elevated ridges bordering the median groove naturally produce impressions in the matrix suggesting the occurrence of two thick veins. In preparations treated first with nitric acid and chlorate of potassium, then with ammonia, the whole of the carbonized remains is dissolved, leaving only the cuticles. As the borders of the groove are overhanging, the cuticle becomes trebled here at the flattening of the pinna with the result that two less translucent lines are seen which have the appearance of veins (pl. 12, figs. 8, 9). No veins can be observed on the surface of the carbonized pinna before

the chemical treatment, which is only natural in regard to the great thickness and probably succulent nature of the tissue. After the chemical treatment there is very little *a priori* probability that anything would be left of the vascular system. In carbonized wood I have sometimes observed the tracheids preserved after treatment with SCHULTZE's mixture, but on adding ammonia they are dissolved. And among the large number of Mesozoic carbonized leaves that I have examined, I have never found that anything except the cuticle has withstood the natural decomposition. In the case of *Pseudocycas insignis* I have examined several preparations that had been subjected to SCHULTZE's mixture, but not yet to ammonia; but the result in regard to vascular remains was negative, despite the employment of different clearing agents. It is fairly certain, therefore, that neither a single midrib nor a double one can be observed in the pinnae of *Pseudocycas insignis*. What have been regarded as veins are merely the thickened edges of the dorsal groove. This also explains why the midrib sometimes appears to be single, sometimes double. If the borders of the groove are approached to each other, so that the entrance becomes almost closed, and if the groove is filled up with mineral matter, there will result the appearance of a single midrib.

In the ridges bordering the furrow NATHORST (l. c., p. 7) has observed some dark brown, elongated, thick-walled cells (»einige tiefbraune, langgestreckte dickwandige Zellen — — —, die ungefähr wie Libriformzellen aussehen»). In Professor NATHORST's preparations the details in the structure of the ridges could not be made out because of the mineral matter accumulated in the angles of the furrow. By using, on the suggestion of Professor NATHORST, fluoric acid to remove the obscuring substance it was possible to study the borders of the furrow more closely. The elongated, thick-walled cells are found to belong to the cuticle itself. They form on each side of the furrow a darker band between the

stomatiferous tissue in the furrow and the uniform tissue without stomata on both sides of it. This is seen in the preparation shown in fig. 9, pl. 12, in which the cuticle covering the ridges and the sides of the furrow has been somewhat straightened out to the right of the groove. In preparations showing the natural curving of the cuticle from the ridge to the bottom of the furrow these thick-walled cells appear yet more elongated because they are seen obliquely.

In *Pseudocycas Steenstrupi*, NATHORST has observed indications of the existence of elongated papillae, as in *Sciadopitys*, in the stomatiferous zone along the centre of the dorsal side. After the use of fluoric acid has been introduced as a means of removing the mineral matter in the dorsal furrow, it has become possible to observe more distinctly the similar structures occurring in *Pseudocycas insignis*. These have also first been observed by Professor NATHORST, but are not figured or described in his paper. The papillae are rather long and pointed and somewhat indistinctly circumscribed or corroded, which may be due to imperfect cuticularizing and consequent partial decomposition. In some cases they appear to be branched, but the indistinctness of the outlines makes it difficult to be sure on this point. The papillae seem to be confined to the bands of elongated, thick-walled cells which border the furrow on either side. They accordingly appear as fringes projecting in over the entrance of the furrow, to which they form a kind of protection. This structure is different from that of *Sciadopitys* in so far as in the latter the whole surface of the stomatiferous area is covered with papillae which bend in over and more or less completely conceal each stoma individually (cfr. pl. 13, figs. 14 and 15, which represent the cuticle of the stomatiferous furrow in the recent *Sciadopitys verticillata* SIEB. et ZUCC. in surface view).

The structure of the stomata is rather indistinctly seen in the specimens examined. They appear to agree with those of *Pseudocycas Roemeri* (SCHENK) HOLDEN as figured by Miss

HOLDEN¹ and thus to be closely comparable with the Bennetitalean type of stomata, as studied especially by THOMAS and BANCROFT.²

A detailed study of the structure of the stomata, however, is not within the purpose of the present paper.

It will be apparent from the above description, that it is impossible to decide with certainty as to the occurrence of a single or a double midrib. The longitudinal markings on the impressions of the pinnae are determined by the presence of the central furrow and the two elevated ridges bordering it, and preparations made transparent in the usual manner only show two zones of trebled cuticle but no remains of any veins. It is very possible, or even probable, that the bands of elongated, thick-walled cells bearing papillae, which run along the two ridges, mark the position of the veins, as the tissue covering the veins is often found to be differentiated in this manner. It is also possible, however, that there may be several veins. At any rate it is evident that the venation cannot be used for diagnostic purposes. The pinnae were evidently very thick, perhaps rounded, and this accounts for the fact that the veins cannot be traced on their surface.

Pseudocycas Saportae (SEW.) HOLDEN.

Cycadites Saportae, SEWARD: The Wealden Flora; pt. 2, 1895; p. 29; pl. 3, fig. 7; pl. 6, fig. 5; pl. 8, fig. 2.

Pseudocycas Saportae, HOLDEN, l. c., 1915; pl. 3, figs. 6; 7.

Of this species I have been able to examine leaf-cuticles from two different specimens. One specimen belonging to the Rufford Collection in the Sedgwick Museum at Cambridge was kindly lent me for examination by Professor TH. M'KENNY HUGHES

¹ RUTH HOLDEN, l. c., pl. 3, fig. 10.

² H. HAMSHAW THOMAS and NELLIE BANCROFT: On the cuticles of some recent and fossil cycadean fronds. Trans. Linn. Soc. London. 2nd Ser. Botany. Vol. 8. Pt. 5.

through the agency of Dr. E. A. N. ARBER. I am further indebted to Dr. SMITH WOODWARD for the placing at my disposal of some fragments of the leaf-cuticle of SEWARD's type-specimen, pl. 3, fig. 7, in the British Museum, and to Dr. MARIE C. STOPES, who has prepared this material.

Regarding the distribution of the stomata I am able to confirm Miss HOLDEN's statements in every respect. The stomata occur chiefly in the central groove, only some few are scattered over] the lower surface to the right and left of it. In regard to the observation that there are, at places, indications of a double midrib, though usually it is unquestionably single, it is necessary to repeat the remark made above in regard to *Pseudocycas insignis*. There is in my preparations no trace of any midrib either double or single. What appears as a midrib is only the median groove with its somewhat elevated borders. If the borders are so approached to each other that the furrow appears almost closed, they cause the appearance of a single midrib, especially when the furrow, as usually is the case, is filled with foreign matter. The mineral particles in the furrow are cemented by some organic matter, so that not only the furrow itself is filled up but the mass projects as a midrib-like ridge over the level of the lower surface of the pinna. If this opaque mass is removed with fluoric acid, SCHULTZE's mixture, and ammonia, the »midrib» disappears, and the little ridges bordering the furrow come into view. The actual number of veins is accordingly not known in *Pseudocycas Saportae*.

The cuticle of *Pseudocycas Saportae* is thus essentially similar to that of *P. insignis*. The peculiar structure, however, is not so pronounced, since some stomata occur also on the lower surface outside the groove. Also, the groove itself is not so sharply defined, its borders being lower and not so overhanging as in *P. insignis*. In this difference is indicated a less degree of xeromorphism, at least as far as the structure of the cuticle is concerned. In connection with the less defined

condition of the dorsal groove is also the fact, that the elongated, thick-walled cells which border it in *Pseudocycas insignis* are absent in *P. Saportae*, and with them the papillae. When the cuticle is pressed flat on the object glass, therefore, the cuticle of the groove may be seen to pass over gradually into that of the flat lower surface to the right and left as in Miss HOLDEN's pl. 3, fig. 7. Usually, however, there are narrow folds separating the two kinds of tissue and marking the somewhat overhanging borders of the groove.

***Pseudocycas Roemeri* (SCHENK.) HOLDEN.**

Pl. 12, figs. 12—15.

Cycadites Roemeri, SCHENK: Palaeontographica; vol. 19, 1871; p. 229; pl. 32, fig. 1.

Of this species Miss HOLDEN has examined a specimen belonging to the British Museum. Dr. SMITH WOODWARD has kindly placed at my disposal a cuticle from the same material, but unfortunately it was broken during the process of preparation, and the pieces which could ultimately be examined microscopically did not give sufficient information regarding the structure of the pinnae. Later on I was enabled through the kind assistance of Dr. W. GOTHAN of Berlin to examine the cuticle of SCHENK's type-specimen of *Cycadites Roemeri*.

In the fragments examined, the cuticles of the upper and lower sides of the pinnae were easily separated. A preparation of a cuticle from the lower surface, in which the marginal parts have to a great extent been destroyed, is shown in pl. 12, fig. 13. It shows a broad median zone of darker colour ($a+b+c$) flanked to both sides by more translucent zones, which are preserved in fig. 13 only as a little piece to the right. Down the centre of the darker median zone runs a narrow lighter band (c in fig. 13) somewhat more translucent than the thinner borders. By means of a careful preparation it was possible to state that the cuticle in the darker median zone

is trebled with the exception of the lighter central band, where it is simple. It was possible to unfold the cuticle and thus state that the actual structure is somewhat like that shown in the diagrammatical section in fig. 12, pl. 12. The pinna in other words is rolled back so that a wide canal is formed, which communicates with the outer air only by means of the narrow slit along the centre of the lower surface. In the diagrammatical section the shape of the pinna has been represented as somewhat flattened, but it is just as likely that it was more rounded. Through the pressure the cuticles, of course, have been pressed flat against each other.

The stomata are confined exclusively to the cuticle in the dorsal canal. They are especially crowded in the bottom of the latter and become more scarce at its sides towards the entrance. The structure is essentially like that of *Pseudocycas insignis*, only the dorsal groove has become deeper and almost quite closed, thus representing a further elaboration of the same type. The general plan strikingly recalls the leaf-structure in many recent xerophytes, such as *Empetrum* and others. As the zones in which the cuticle is trebled are in *Pseudocycas Roemerii* so much broader than in *P. insignis*, they do not suggest the existence of a double midrib as in the latter.

The preparations in which the cuticle could be unfolded all bear out this explanation. In figs. 13—15, pl. 12, the different zones of the cuticle have been given the same lettering as the corresponding parts in the diagrammatical section in fig. 12. Fig. 13 has already been described, and figs. 14 and 15 will be easily understood if compared with the diagram in fig. 12. The cuticles marked *c* and *b*, *i. e.* representing the ventral and the (open) dorsal semicylinder of the canal, respectively, are pressed tight against each other and are therefore difficult to separate. In fig. 14 they are shown superimposed; at the places marked *b* and *c*, however, they have been unfolded, and it can be noted that the stomata are denser in *c*, which is from the bottom of the canal, than in *b*.

The structure here described is very different from that observed by Miss HOLDEN in the specimen of *Cycadites Roemeri* in the British Museum. In Miss HOLDEN's description there is no mention of a dorsal canal, and the stomata are stated to be scattered over the whole of the pinna with the exception of the zone which overlies the midrib on the upper surface. This difference is so great that it cannot be regarded as merely an instance of variation within the species. It would appear therefore that the English specimen is not identical with the real *Cycadites Roemeri* of SCHENK. Another explanation, however, may be suggested as possible. The thinner parts to the right and left of the thicker median zone, in which the cuticle is trebled, are very easily broken off from the latter, which thus comes to have the appearance of an entire pinna. If this might be assumed to be the case in the fragments studied by Miss HOLDEN, the cuticle which is supposed to represent the whole of the pinna-surface would really correspond only to the walls of the canal with possibly some portion of the cuticle of the outer dorsal surface adpressed to it. At any rate an attempt may be made to compare fig. 8, pl. 3, in Miss HOLDEN's paper with figures 12 and 15 in my plate 12, using the lettering in the latter for the purpose of brevity. On the above supposition the right-hand half of Miss HOLDEN's fig. 8 would correspond to *c* and the dark band in the middle to the fold between *c* and *b* (cfr. especially my fig. 15, in which the cuticle is unfolded, as in Miss HOLDEN's preparation). Of the part to the left of this dark median band at least the right hand half would accordingly correspond to *b*; possibly this would be the case with the whole of this part; but it is more probable that the somewhat darker zone which separates the stomatiferous and the non-stomatiferous tissue marks the limit between *b* and *a*, and that the extreme left of the figure accordingly corresponds to a part of the outer surface of the pinna. This latter supposition is somewhat strengthened by Miss HOLDEN's

discovery of hair scars in this zone, as these would then have the normal position at the entrance to the canal.

The above discussion has been entered upon here merely to point out another explanation of the difference between the English specimen of *Cycadites Roemeri* and SCHENK's type-specimen than the obvious one entailing an incorrect identification. Whichever explanation is the right one, it is certain that SCHENK's *Cycadites Roemeri* essentially agrees with *Pseudocycas insignis* in regard to the surface structure of the pinnae, but represents a further elaboration of the same general plan. It should therefore be referred to *Pseudocycas* in accordance with Miss HOLDEN's proposal.

Professor NATHORST's first studies of *Pseudocycas* made clear the important differences between the forms referred to this genus and the recent species of *Cycas*. Among these differences, the occurrence of a dorsal groove to which the stomata are exclusively or almost exclusively confined may be regarded as the generic character. Another character which distinguishes *Pseudocycas* from *Cycas*, viz., the sinuous course of the cell-walls, at the same time represents a point of agreement with the Bennettitales. Miss HOLDEN has later drawn attention to the similarity with this group existing in regard to the structure of the stomata. The species now referred to *Pseudocycas* were originally compared with *Cycas* and named *Cycadites* on the evidence of the single midrib. Now that this supposed characteristic is known to be only a fake appearance, there is no reason to believe in any particularly close relation between *Pseudocycas* and *Cycas*. As already pointed out by Prof. NATHORST, *Pseudocycas* comes nearer to some members of the Bennettitales, such as certain forms of *Pterophyllum* and *Dioonites*.

The pronounced xerophytic structure of the *Pseudocycas*-forms from the different localities is a matter of interest. The po-

sition of the stomata in a dorsal groove with a more or less narrow entrance that further may be barred by papillae, or in an almost closed canal, naturally affords an excellent protection against drought. It may also be that the groove could be opened or closed to some extent in accordance with changes of the turgor. It is further worthy of note that the protection is effected by other means than those usual among recent Cycads which provide against drought chiefly by the sinking of the individual stomata below the surface-level.

Sciadopitytes GOEPP.

Under the generic name *Sciadopitytes* GOEPPERT¹ are here described two species representing a type of Coniferous leaves which has been compared by SCHENK with the recent genus *Sciadopitys* SIEB. et ZUCC. These fossil forms show a marked similarity to the recent genus in regard to the structure of the epidermis, but at the same time there is no evidence of a corresponding agreement in more important characters. The fossil forms, therefore, cannot be referred to the recent genus, but at the same time their resemblance to the latter makes it desirable to employ a name suggestive of this fact. This point of view has been considered sufficiently important to justify their reference to GOEPPERT's genus, despite the uncertainty regarding the real nature of the forms on which it was founded. The two species described below answer to the following common diagnosis:

Linear leaves of Conifer-like habit, with a dorsal median groove which is protected by elongated papillae and whose epidermal tissue differs from that of the rest of the leaf through a non-seriate arrangement of the cells and the occurrence of stomata.

¹ H. R. GOEPPERT. Flora des Bernsteins. Danzig 1883.

Sciadopitytes Crameri (HEER) n. comb.

Pl. 13, figs. 1—13.

Pinus Crameri, HEER: Fl. Foss. Arct.; vol. 1, 1868; p. 84, pl. 44, figs. 7—18 vol. 3: 2, 1874; p. 83, pl. 23, figs. 9, 12.

This species was first described by HEER, who believed it to have a single midrib and referred it to the recent genus *Pinus*. Even if this character had been rightly interpreted, there would of course be no sufficient ground for this determination.

In 1884 SCHENK¹ mentions the species and shortly describes the structure of the cuticle, which he had studied in HEER's type-specimens belonging to the State Museum of Natural History at Stockholm. SCHENK states that the cuticle has numerous stomata surrounded by palisade-like projections from the surrounding epidermal cells in a median zone of the leaf, whereas the rest of the surface is devoid of stomata. The shape of the epidermal cells in this median zone is further said to show agreement with *Sciadopitys*. The latter generic name, however, is not proposed for actual use. In the same connection SCHENK mentions the two forms described by GOEPPERT from the amber of Samland under the name of *Sciadopitytes linearis* and *glaucescens* respectively. In this place SCHENK expresses as his opinion that these leaves seem to have belonged to a species of *Sciadopitys*. The fragment of a branch figured by HEER in pl. 23, fig. 11 (op.cit.), on the other hand, he believes to have belonged to a species of *Sequoia* — according to another statement (op.cit., p. 346) probably to *S. Smitiana* HEER. Later on (1890, op.cit., pp. 811 and 827) SCHENK

¹ A. SCHENK in W. P. SCHIMPER and A. SCHENK: Palaeophytologie, 1879 - 1890, p. 293.

again mentions the two *Sciadopitytes*-species of GOEPPERT: he now comes to the conclusion that they are neither identical with nor allied to *Sciadopitys*, and that the leaves figured in GOEPPERT'S pl. 14, figs. 124—128, belong to the genus *Dermaphyllites* of that author.

In »Die fossilen Pflanzenreste», p. 171, SCHENK again mentions that the epidermis of *Pinus Crameri* HEER has the structure of *Sciadopitys*.

The habit of the leaves has been described by HEER and is further evident from the photographs in pl. 13, figs. 1—4, of which figs. 1 and 2 are in natural size, figs. 3 and 4 twice enlarged. The edges, in the compressed state of the leaf, are strictly parallel, the apex broadly rounded. From the shape of their somewhat widened bases it would appear as if the leaves had been cylindrical; and this is confirmed by the fact that the midrib-like groove does not always occupy the middle of the flattened leaf but sometimes runs obliquely (fig. 4).

The leaves occur in enormous masses, the rock being entirely composed of them with almost complete exclusion of mineral matter. After the usual chemical treatment they can be easily examined under the microscope. Fig. 5 in pl. 13 shows the whole breadth of the cuticle of the dorsal side, 40 times magnified. The cells to the right and left of the furrow are seen to have a distinct seriate arrangement. They are rectangular or trapezoidal and the tissue is uniform, without stomata. The groove is sharply defined against the surrounding tissue. It seems to have been somewhat widened inwards, as the cuticle at its borders forms distinct folds which appear as narrow dark bands in the figure. To the right of the left-side fold can be seen a narrow zone marked by the occurrence of small dark dots. These represent the papillae which will be described below.

There is no trace of a midrib or any other veins; the midrib-like marking on the surface of the leaf seen in the natural state is of course only the groove just described.

Fig. 6 shows a portion from the middle of the same leaf at a higher magnification. In the groove are seen the densely placed and rather large stomata, which have a greater diameter of about 0.05 mm. The stomata are surrounded by cells which are somewhat elongated tangentially and may be regarded as a kind of subsidiary cells. The other cells of the tissue between the stomata are much smaller, and this, together with the densely crowded position of the stomata, gives to the epidermis a peculiar mosaic-like aspect which is shown with varying distinctness in figures 6—9.

The papillae are placed on the slopes of the groove and some way down towards its bottom, not however, as it would appear, in its median zone. This is a distinct difference from the structure in *Sciadopitys verticillata*, in which each of the small cells between the stomata carries one papilla and the papillae bend over and thus protect each stoma individually (conf. figs. 14 and 15, which represent a part of the epidermal tissue from the groove in *S. verticillata* in surface-view, in different magnification). The papillae of our fossil, which are shown in figs. 11—13, are cylindrical with rounded tops. Some of them show lateral projections, as for instance the clearest of the papillae in fig. 11.

The stomata are of a common type and are not unlike those of *Sciadopitys verticillata*. The guard-cells have very distinctly thickened tangential walls and have the common crescent-shaped outlines. They are not perceptibly sunk below the level of the surrounding cells. Their pores are in the present state slit-like or narrowly elliptical.

On the whole, it must be said that the structure of the cuticle strongly recalls that of *Sciadopitys verticillata*. Except that the papillae are confined to the sides of the furrow in the fossil form, there is only this difference that, in the latter, the furrow itself must have been deeper and more sharply defined, with overhanging borders.

Sciadopitytes Nathorstii n. sp.

Pl. 12, figs. 16—29.

This species has been named after Professor NATHORST, who has collected the only material as yet known, in the middle Cretaceous beds of Atanekerdluk in western Greenland. The same material has been examined by SCHENK,¹ who, however, incorrectly mentions it as having been collected at Kome. SCHENK only shortly states that the structure agrees with that of HEER's *Pinus Crameri* and does not propose any specific or even generic name.

The leaves, like those of *Sciadopitytes Crameri*, occur in dense masses, though not quite so unmixed as the latter.

The chief characters of the species are embodied in the following diagnosis:

Conifer-like and probably cylindrical leaves of a narrowly linear shape in the compressed state, at least 40 mm long and about 1 mm broad, gradually tapered towards the acute apex. Stomata confined to a dorsal median groove, which has a thinner cuticle and is protected by papillae which project from its borders. Venation unknown.

In fig. 16, pl. 12, is shown an unusually complete leaf, which is however broken at the base. Figs. 17 and 18 show parts of other leaves magnified about 2 and 15 times respectively. In the same figures it can be seen that the groove, which on a superficial observation strikingly suggests a midrib, does not always occupy the middle of the leaf but may be approached to one side or run obliquely. This feature, which is even more pronounced here than in *Sciadopitytes Crameri*, shows that the leaves were thick and probably cylindrical.

The groove is very marked in the preparations. It was

¹ A. SCHENK, *Phytopalaeontologie*, p. 346.

evidently sharply defined, with overhanging borders. This can be noted already from the fact that the cuticle is folded at the sides of the groove, causing a darker band on each side in the preparations (figs. 19, 20 and 22). The width of the groove varies: in the specimen shown in pl. 12, fig. 22, the borders are so closely approached that the entrance becomes almost closed.

Some leaves were expanded in the chemical treatment through the formation of gas inside, so that the two halves of the cuticle, which are closely pressed together in the natural fossil state, became separated. Of some such specimens microtome sections were prepared for the study of the groove. Such preparations are shown in different magnifications in pl. 12, figs. 27—29, of which fig. 29 represents an enlarged portion of fig. 28. The sharp edges to the right and left in fig. 27 are of course not natural but only caused by the flattening of the cylindrical leaf at the fossilization. In fig. 28, and more especially in the more highly magnified fig. 29, it can be well seen how the cuticle in the slopes of the groove has been strongly compressed and folded through the vertical pressure.

In fig. 23, pl. 12, is shown a preparation from a specimen in which the cuticle was not so strongly folded but could be straightened out. The arrangement of the papillae can be roughly made out in this preparation, thanks to their darker colour. Their shape is better seen in the more highly magnified figures 20 and 21, in which it also can be noted that they project into the entrance of the groove. The papillae resemble in shape those of *Sciadopitytes Crameri*, being cylindrical with obtuse apices. They do not appear to have any lateral protuberances, as in the other species. Fig. 24 represents another preparation in which the cuticle has been straightened out as in fig. 23. The papillae-bearing zones to both sides are distinctly seen, and there also appear some dark spots on the intervening surface which suggest bases of broken

papillae. It is not certain that this is their real nature, however: normally the middle of the groove is devoid of any traces of papillae.

The stomata, which occur only in the groove, are not quite so densely placed as in *Sciadopitytes Crameri*: and there is not the same difference in size between them and the cells of the surrounding tissue. The thickening of the guard-cells is not so marked as in *S. Crameri* and is of a different shape, being somewhat broadly fusiform with sharply pointed ends. The polar ends of the guard-cells show no thickening along their line of contact; and this fact causes wedge-shaped lighter areas to intervene here between the thickened parts so that these run out in sharp points at some distance from each other. The walls between the polar ends of the guard-cells cannot usually be seen, a fact which can be noted in other fossil cuticles and may have led to misinterpretation of the structure. In the lower halves of the stomata shown in figs. 25 and 26, however, the walls marking the contact of the guard-cells can be observed.

To sum up the chief characteristics of the epidermal structure in the two species of *Sciadopitytes* now described, it may be stated that there is a general agreement with *Sciadopitys verticillata*. The difference consists mainly in the fact that the groove is more sharply defined, with overhanging borders, in the fossil forms and that the papillae are confined to the margins and sides of the furrow. In *Sciadopitytes Nathorstii* there is further the difference that the epidermal tissue of the groove is more uniform. These differences are of course not of a nature to contradict a generic identity. The similarity in epidermis-structure, however, naturally cannot be regarded as a character of systematic importance, but only represents a parallelism in the xerophytic adaptation, which

can be expected to occur in widely different groups. There is at present no indication that the leaf-like structures of the fossil *Sciadopitytes*-forms should be regarded as phyllocladia or short shoots consisting each only of two intergrown leaves as in the recent species of the genus. It should also be remarked in this connection that in the fossil forms the apex is entire and rounded or pointed, not emarginate, and thus does not suggest a double nature of the leaf-like structure, as in *Sciadopitys verticillata*.

Anomozamites marginatus (UNG.) NATH.

Pl. 13, figs. 18—20, 22.

Pterophyllum marginatum, UNGER: Gen. et. sp. plant. fossil., 1850: p. 289. — SCHENK: Flora der Grenzschiefer, 1867, p. 166, pl. 37, figs. 2—4.

Ctenophyllum marginatum, SCHIMPER: Traité de paléontologie végétale, pt. 2, 1870—72; p. 144.

Anomozamites marginatus, NATHORST: Bidrag till Sveriges fossila Flora. Växter från rätiska formationen vid Pålshö i Skåne. K. Sv. Vet. Akad. Handl., bd. 14, no. 3, 1876; p. 45, pl. 12, figs. 1—3.

This species is characterized, as implied by the specific name, by the thickened margins of the pinnae (cfr. pl. 13, fig. 18). Usually such sharply defined borders are due to the rolling back of the edge, but even a superficial examination proves the improbability of a similar explanation in this case, because the border is not so much thicker than the rest of the lamina as must be expected. To settle this question I have examined several specimens from the type-locality at Pålshö.

The material is fortunately preserved in such a manner that fairly large portions of the carbonized leaf can be detached from the rock and their cuticle examined after the usual process of preparation.

The cuticle of the two sides can easily be separated. In the preparations shown in pl. 13, figs. 19 and 20, only the cuticle of the lower surface is seen, that of the upper side having been removed. It may be noted in these figures that the cuticle of the border is darker and thicker than that of the rest of the lamina and that between the two kinds of tissue there is a narrow band of still darker colour. The darker border is seen to consist of a uniform tissue of usually isodiametrical, sinuous-walled cells without any stomata. In the rest of the lamina the tissue consists of ordinary epidermal cells with isodiametrical outlines and very markedly sinuous walls, but these cells are densely and irregularly interspersed with stomata, each of which has two crescent-shaped subsidiary cells.

In fig. 22, pl. 13, the two kinds of tissue are seen and between them the darker band already mentioned. There can even be seen some indications of the subsidiary cells. The stomata have a structure which agrees very well with that described by THOMAS and BANCROFT (l. c., p. 187, pl. 19, fig. 5; pl. 20, fig. 8) in *Anomozamites Nilssoni* (PHILL.) SEW.

The cuticle of the upper side agrees in all respects with that in the border of the lower surface: the tissue is uniform from the rachis to the edge of the lamina and consists exclusively of ordinary sinuous-walled cells without stomata.

It is clear from these preparations that the thicker border of the pinnae is due to the differentiation of the tissue of the lower surface already described. If it were caused by the rolling back of the edge as in the diagrammatical transverse section of a leaf in text-fig. 1, *a*, the result would be a doubling of the cuticle in the border, so that it would consist of four layers instead of the normal two. Instead of that, the structure must have been something like this: the lamina was very thick and there was no distinct edge, but the thick cuticle of the upper surface came down in a round curve and abutted on the different, thinner and stomatiferous dorsal cuticle some

distance inside the outer contour of the pinna, as is suggested in the diagrammatical section in text-fig. 1, *b*. The ostensible edge of the pinna in its fossil state would thus have been caused merely by the compression of the rounded contour; and the dark line separating the two kinds of tissue on the lower surface would mark the real limit between the ventral and the dorsal epidermis. This dark line is usually not so smooth as in the figured preparations, which have been especially selected, but is broader and more irregular because of the shrinking, which, in other specimens, has also caused a certain irregularity of the apparent outer edge.

The explanation here given of the surface-structure of the pinnae implies that these were thick and probably succulent. It is interesting that we can arrive at the same probable

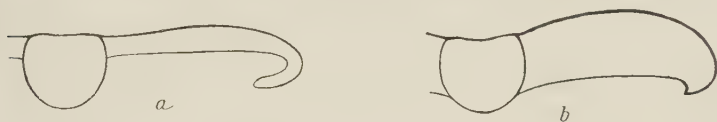


Fig. 1.

conclusion along a different line of argument. *Anomozamites marginatus* is closely related to *A. gracilis* NATH.,¹ which is found in association with it in the locality near Pälssjö. The two species are indeed so similar that NATHORST has pointed out that they may possibly be merely different forms of one and the same species. The only difference which can be detected in the natural state of the fossils is that consisting in the occurrence of a thicker margin in *A. marginatus*. A study of the cuticles, however, reveals another difference of interest. — In *Anomozamites gracilis*, the cuticles of the two sides are easily separated, just as in *A. marginatus*. Pl. 13, fig. 16, shows a preparation in which the two cuticles have been unfolded, the lower one being shown below, the upper one above. Fig. 17 of the same plate shows a part of the same preparation in higher magnification. Both figures demonstrate that the

¹ A. G. NATHORST, Bidrag t. Sveriges foss. fl., p. 43, pl. 12, figs. 4—12.

cuticle is of equal thickness on both sides. In the lower cuticle the stomata are placed in distinct rows separated by non-stomatiferous bands of elongated cells in seriate arrangement. These bands evidently mark the course of the veins as in other similar cases. In *Anomozamites gracilis* the course of the veins thus influences the structure of the epidermis. In *A. marginatus* this is not the case: the stomata are irregularly scattered, and there is no seriate arrangement of the epidermal cells. This difference between the two forms, which in most other respects show a complete agreement, is easily explained if the pinnae of *A. marginatus* were so thick that the epidermis was removed from the immediate influence of the veins embedded in the parenchyma.

It is probable that the epidermal structure of *Anomozamites marginatus*, as here described, is an expression of xerophytic adaptation. The stomatiferous area is lessened in relation to the non-stomatiferous part and still more in relation to the mass of the pinna, which was probably succulent. It is further probable that the lower surface was concave, and that the stomatiferous tissue was sunk below the level of the thicker border.

Addendum.

I find that Prof. SEWARD (The Wealden Flora, 2, p. 28) has discussed the possibility that the appearance of a midrib in the British specimen of *Cycadites Roemerii* may be caused by a median groove. This fact is not mentioned by Miss HOLDEN, and it had escaped my attention. Prof. SEWARD does not believe the explanation suggested to be the right one; but his observations give some support to the interpretation of the structure given above.

Explanation of Plates.

The figures are in natural size, if not otherwise stated. — The specimens figured are in the Palaeobotanical Department of the State Museum of Natural History, Vetenskapsakademien, Sweden, with the exception of the preparations of *Pseudocycas Roemeri* (SCHENK) HOLDEN, which are from SCHENK'S type-specimen in Berlin.

Pl. 12.

Pseudocycas insignis NATH.

- Figs. 1, 2. Bases of pinnae, seen from the lower side, $\times 10$.
 Fig. 3. Part of a pinna, seen from the lower side, $\times 10$.
 Figs. 4—6. Transverse sections of pinnae, in paraffin, $\times 10$.
 Fig. 7. Fragment of a pinna, seen from the broken end, $\times 10$.
 » 8. Cuticle from the lower side, showing the folds limiting the central groove. The dark band in the right-hand half marks the edge of the pinna; to the right of it is a folded-out part of the cuticle of the upper surface. $\times 28$.
 » 9. Part of the dorsal cuticle of another pinna, $\times 28$.
 Figs. 10, 11. Papillae from the borders of the groove, $\times 140$.

Pseudocycas Roemeri (SCHENK) HOLDEN.

- Fig. 12. Diagram illustrating the hypothetical transverse section of a pinna.
 » 13. Port of dorsal cuticle of a pinna. With the exception of the fragment at *a*, only the thicker median zone is preserved. Lettering corresponding to that in fig. 12. $\times 12$.
 Figs. 14, 15. Partially unfolded cuticles of pinnae Lettering corresponding to that in fig. 12. Fig. 14, $\times 12$; fig. 15, $\times 15$.

Sciadopitytes Nathorstii n. sp.

- Fig. 16. Leaf broken at the base, but with the apex preserved.
 » 17. Part of a leaf, showing the oblique course of the dorsal groove, $\times 2$.
 18. Fragment of leaf, showing the non-central position of the groove, $\times 15$.
 Fig. 19. The lower surface of a leaf, showing the central groove with papillae at the entrance, $\times 45$.
 Figs. 20, 21. Part of the same specimen with papillae; in different focussing; $\times 180$.
 Fig. 22. Narrow groove with almost closed entrance, $\times 45$.

- Figs. 23, 24. Cuticle of the median zone in the straightened-out condition, showing papillae; fig. 23, $\times 50$; fig. 24, $\times 2$.
 » 25, 26. Stomata; fig. 25, $\times 200$; fig. 26, $\times 300$.
 Fig. 27. Transverse section of leaf-cuticle in paraffin, $\times 15$.
 Figs. 28, 29. Part of transverse section of another cuticle, showing folding of the cuticle at the sides of the groove; fig. $\times 80$; fig. 29, $\times 190$.

Pl. 13.

Sciadopitytes Cramerii (HEER) n. comb.

- Figs. 1, 2. Detached leaves.
 » 3, 4. D:o. Fig. 4 shows the oblique course of the groove $\times 2$.
 Fig. 5. Lower surface of leaf, showing the central groove and the folds corresponding to its sides, $\times 40$.
 » 6. Part of the lower surface; the fold to the left of the groove straightened out and exhibiting the papillae surface view, $\times 80$.
 » 7. Bottom of the groove in another specimen, $\times 60$.
 » 8. Portion of the stomatiferous tissue, $\times 125$.
 Figs. 9, 10. Stomata, $\times 180$.
 » 11—13. Papillae from the sides of the groove, $\times 140$.

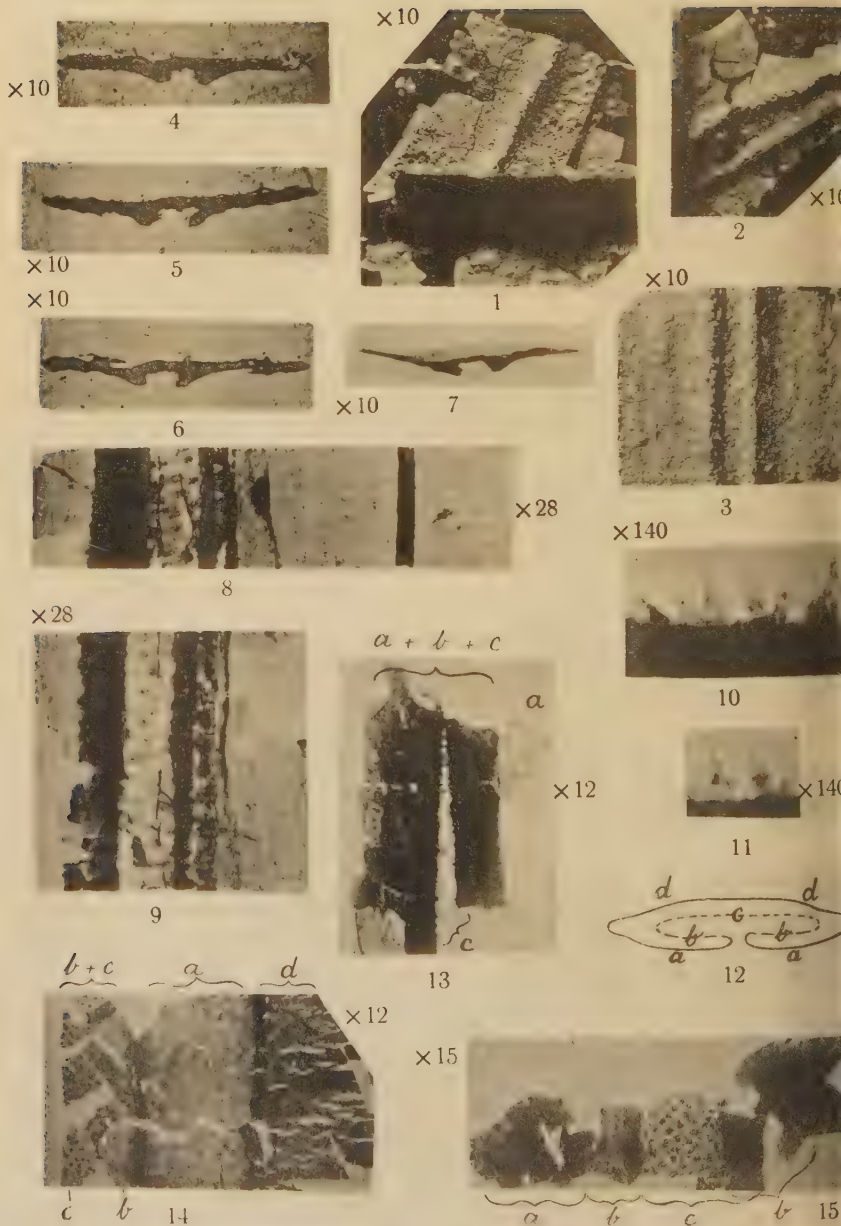
[Figs. 14, 15. Cuticle of the groove in *Sciadopitys verticillata* SIEBER et ZUCC. with papillae and stomata; fig. 14, $\times 45$; fig. 15, $\times 190$.]

Anomozamites gracilis NATH.

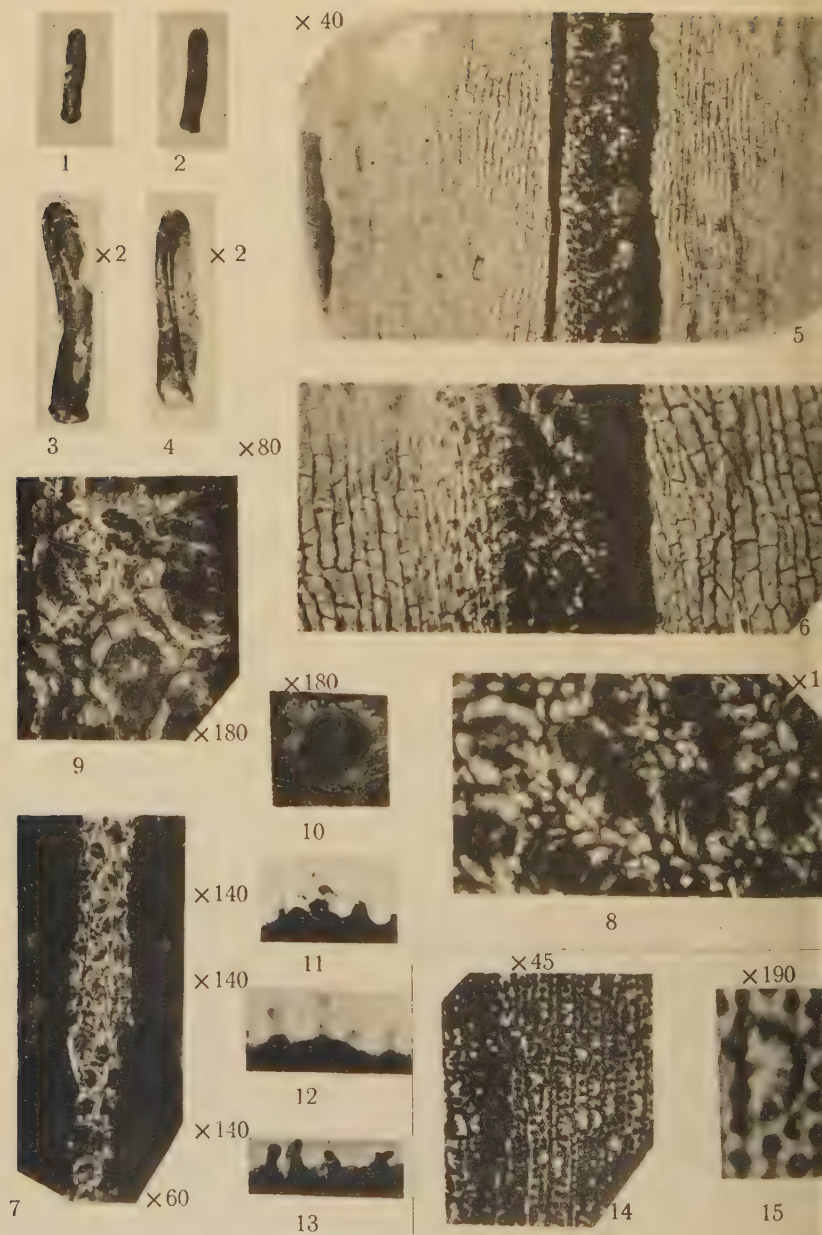
- Figs. 16, 17. Cuticles of lower and upper surface of a pinna, folded out: lower cuticle below; fig. 16, $\times 4$; fig. 17, $\times 10$.
 Fig. 21. Part of the upper cuticle, $\times 100$.

Anomozamites marginatus (UNG.) NATH.

- Fig. 18. Part of a leaf.
 Figs. 19, 20. Parts of the lower cuticle of two leaves, showing the borders; fig. 19, $\times 4$; fig. 20, $\times 9$.
 Fig. 22. Part of the lower cuticle, showing the two kinds of tissue and the intervening fold, $\times 100$.









18



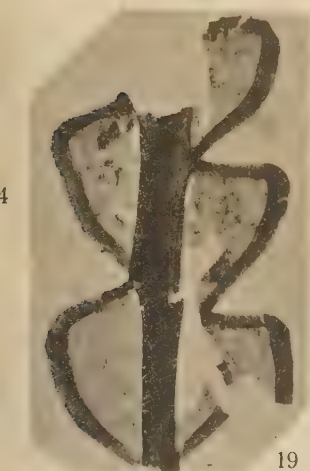
16

×4

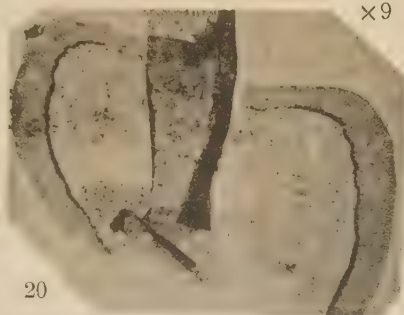


×10

17

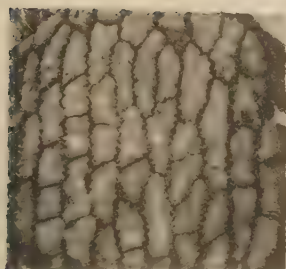


19

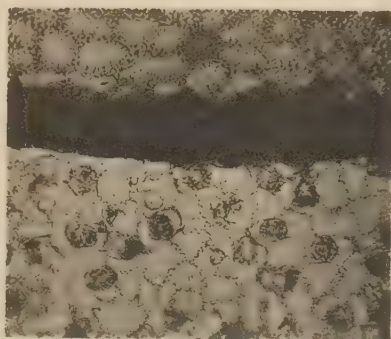


×9

20



21



×100

22

Svenska kalktuffer.

Af

RUTGER SERNANDER.

För den kvartära växtpaleontologiens idkare i Sverige ha våra icke alltför talrika kalktuff-förekomster en särskild dragkraft. Det kan ej nekas till, att torfmossjordslagen äro ganska fattiga på arter och att de icke skämman bort forskaren med paleontologiska öfverraskningar. Kalktufferna utfylla några punkter på ett lyckligt sätt denna brist. Deras petrografiska struktur erbjuder möjligheter att bevara aftryck af växter, hvilkas förgängliga natur utesluta dem från torfnossejordarternas fossila flora. Modersamhällena äro också helt andra, hvadan vi kunna vänta helt andra representanter för de sedentära elementen.

De svenska kalktuffernas vetenskapliga utforskning inaugurerades emellertid först på 1880-talet genom NATHORST och CURCK. Den förres »Förberedande meddelande om floran i några norrländska kalktuffer» från år 1885 blef i flera punkter ledande för studiet af den nordiska växtvärldens utvecklingshistoria och gaf impulsen till att man mera allmänt började uppmärksamma våra kalktuffers skatter. I denna stund torde vi också äga någon profil från flertalet af våra viktigare lokaler. Men mycket återstår oklart, särskildt i fråga om de *stratigrafiska*, men framför allt i fråga om de *genetiska* problemen. Följande är afsedt som bidrag till dessa problem. Det är grundadt på från olika tider härrörande pridda iakttagelser, hvilka jag väl aldrig får tid att slutligt fullfölja, men hvilka delvis beröra frågor af så stor

teoretisk betydelse, att jag ansett mig böra offentliggöra dem i detta deras fragmentariska skick.

Originalstufferna befinna sig hufvudsakligen på Växtbiologiska Institutionen i Uppsala, några, hvilket då i texten särskildt angifves, på Geologiska Institutionerna i Uppsala och vid Stockholms Högskola. År 1889:s insamlingar förvaras på Riksmusei afdelning för fossila växter.

Stratigrafiska bidrag.

Jämtland.

Näset i Aspås socken.

Ett och annat om denna viktiga förekomst bör kanske meddelas utöfver redogörelsen 1890 af mina undersökningar 18¹¹⁻¹²/889. Bifogade kartskiss (fig. 1) gjordes då. Den är mycket schematisk, men medtages, då den godt illustrerar de större norrländska kalktuffernas förekomstsätt.

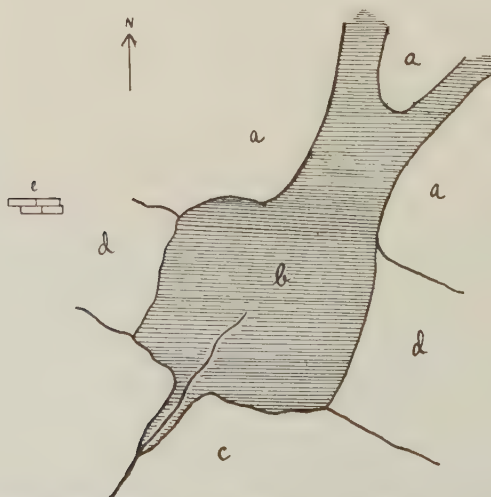


Fig. 1. Kalktuffen vid Näset. a = moränkullar klädda af gran-tallskog, nedåt löfträdsblandad; b = kalktuff; c = grusvall med odlad ängsvall; d = grusvall med betesmark och *Sphagnum*-tufvor med bl. a. *Sceptrum Carolinum*; e = kalkstenshäll.

Tuffen sträcker sig långt upp i de båda öfre dalarna, hur långt har jag icke kunnat bestämma. Då emellertid sträckningen från dalarnas föreningspunkt till grusvallen uppnår omkring 500 *m*, ha vi tydligen här att göra med en af Nordens vidsträcktare, om ej vidsträcktaste kalktuffer.

Den del af tuffen, som ligger mellan hufvuddalgångens mynning och grusvallen, bildar på det mot den senare mycket svagt stupande underlaget ett plan, en kaka, som i de centrala partierna når 50 *cm*, men i de marginala aftager i mäktighet. Mellan moränleran, där blocken nästan uteslutande voro kalkstenar, och tuffen låg på sina ställen 5—10 *cm* sand med lerbollar. Uppe i den svagt mot detta plan sluttande dalgången blir tuffen mäktigare, åtminstone 1 *m*. Den ligger direkt på moränleran, som i ytan är impregnerad med kalkbleke-substans.

Hvad tuffens beskaffenhet angår, kan till det jag 1890 anförts läggas, att den mot bottnen ofta var rik på lera i hålrummen, vidare ofta här lösare samt inom åtminstone ett område på planet utbildad som mosstuff.

Tuffen har tydligen bildats af källsprång, som kommit från de två öfre dalarna, sammanlöp — eventuellt äfven förstärkts — i hufvuddalen samt utbredd sig öfver slätten, där den uppdämts af den låga tvärvallen. Vattenflödet har varit starkt, så att i början lera inbäddades i tuffmassan. Dess modersamhälle (jfr kapitlet Kalktuffernas genesis) tyckes ha varit *backmyr*, i början med luckra mossbestånd.

Tuffbildningen är för länge sedan afslutad. Hvilka serier af växtsamhällen, som sedermera klädt tuffens yta, veta vi ej. De ovanligt djupa humusanhopningarna i dalgångarna torde väl närmast vara bildade i, eller framgått genom ombildningar ur en grankäl; *Cystopteris montana* kvarleffer ännu i den nuvarande gran-tallskogen på dess yta. Den feta torfmylla, som täcker planets tuff, är ursprungligen bildad af ett kärr, ur hvilket den nuvarande kärrängen framgått. Ofvan de ymniga mossorna höja sig fältskikt af:

<i>Aira cæspitosa.</i>	<i>Poa alpina.</i>
<i>Anthoxanthum odoratum.</i>	<i>Polygonum viviparum.</i>
<i>Carex capillaris.</i>	<i>Potentilla Tormentilla.</i>
<i>Festuca rubra.</i>	<i>Selaginella spinulosa.</i>
<i>Luzula multiflora.</i>	<i>Thalictrum alpinum.</i>

Tuffen ligger c. 280 m ö. h. och ett stycke utom den gräns, HÖGBOM, Pl. 3, gifvit de centraljämtska issjöarna. Då den ligger under den postglaciala Storsjöns yta, måste den vara yngre än dess issjöstadium.

Fillsta.

Fillsta-tufferna tillhöra egentligen skilda aflagringsystem af olika ålder.

1. OLSSON omtalar hos KJELLMARK, p. 200, en möjligen ännu i dag fortsättande kalktuffbildning. Den ligger uppe i bäckdalen och förtjänar i hög grad en närmare undersökning.

2. Ungefär 1 km ofvan mynningen såg jag (18²³/693) i bäckkanten en nu alldeles afslutad tuffbildning. Det var en lös, men tät tuff, med mycket litet aftryck. Bland dessa funnos lefvermossor och troligen tallbarr. Vi veta emellertid intet närmare om dess geologiska ålder, hvilket är beklagligt, ty det är väl i stuffer härifrån NATHORST gjort det viktiga fyndet af *Alnus incana*.

3. Det är emellertid den stora strandtuffen man afser, då man talar om Fillsta-tuffen. Dess stratigrafi har jag beskrifvit i min afhandling af 1890. Här bifogas en profil från erosionsbranten mot Storsjön, hänförd till dess vattenstånd 18²³/693. Fig. 2.

GUNNAR ANDERSSON (1897, p. 65) anser strandgruset vara bildadt invid Centraljämtlands sista issjö, HÖGBOM (1910, p. 33) att det utvisar en postglacial strandlinje af Storsjön. De väl rundade stenarna, i storlek vanligen växlande mellan sädeskorn och valnötter, bestodo hufvudsakligen af silurisk skiffer. Hvarje sten är omgifven af en kalkskorpa och

härigenom svagt sammankittad med grannarna. Denna kalkskorpa kan understundom vara tuffartad, men jag har icke iakttagit några växtaftryck.

Själftva tuffens modersamhälle har varit en mot Storsjön mycket svagt lutande *backmyr* med mycket flack yta. Därigenom att en ej känd areal af tuffen mot sjön och bäcken till borteroderats, kunde icke denna backmyrs mäktighets-

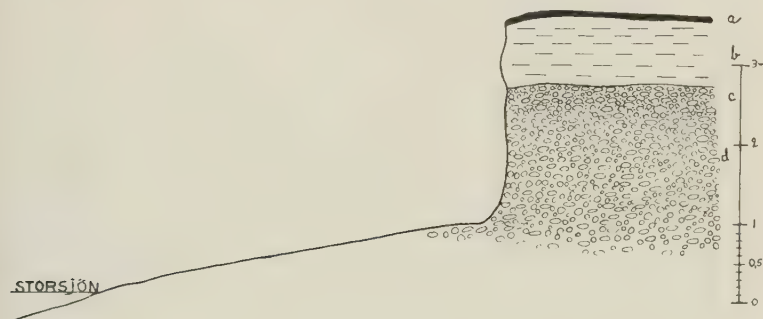


Fig. 2. Profil genom Fillstatuffens erosionsbrant mot Storsjön.

a = mylla; b = kalktuff; c = af kalk sammankittadt strandgrus; d = strandgrus utan kalkcement.

kurvor och horisontala utsträckning rekonstrueras. Men om dess vegetation ger oss tuffens grundmassa bestämda antydningar. Den är till sin habitus, petrografi och flora påfallande homogen och är säkerligen bildad på kort tid, under hvilken dess modersamhälle — liksom den omgifvande vegetationen — ej undergick några egentliga förändringar. Detta samhälle var kärrartadt, eller kanske rättare källdragsartadt, med ymnig vattentillförsel. Kalken har till en väsentlig del utfällts omkring yppigt växande mattor af mossor, där hvarje art gärna bildade stora rena bestånd. Hufvudsakligen tyckes släktet *Amblystegium* vara representeradt. En massa kalk har utfällts kring det rikliga affall, som den omgifvande tallskogen, rikligt uppblandad i sitt bryn med *Betula odorata*, samt ett videsnår utstrött öfver den i förkalkning stadda backmyren.

Jag sade nyss att tuffen bildats på en kort tid. Några uppmätbara hvarf som skulle kunna tänkas motsvara årsperiodi. citeten, finnas icke. Men man kan af åtskilligt sluta sig till att tuffens årliga höjdtillväxt varit betydlig. Några sådana kriterier äro



Fig. 3. Lucker kalktuff från Fillsta, hufvudsakligen bildad af inkrusterade tallbarr. Öfverst hålighet efter en tallkotte.

Vissa partier av tuffen bestå, om man fränser några inkrustat af *Betula*- och *Salix*-blad, nästan enbart af de ihåliga kalkhylsor, som bildats omkring i tusental anhopade tallbarr. Denna slags tuff är så lucker, att om en tallkotte inneslutits finnes ej tuffmaterial att bevara dess skulptur, utan dess forna existens förrådes endast af en päronformig hålighet, kring hvilken barrhylsorna bilda ett glest gallerverk (fig. 3). Dylika luckra tufflinser, som kunna nå en höjd af godt 5 *cm* och åtminstone 19 × 24 *cm* i horisontal led, torde väl härstamma från ett enda, på sin höjd ett par års affall. Det är åtmin-

stone svårt att tänka sig, för det första att linsen skulle uppbyggts genom flera år efter hvarandra upprepade anhopningar på samma punkt af fullkomligt likartadt materiel, för det andra att det ej i så fall skulle märkas något afbrott i den nu fullt homogena strukturen.

Så komma de linser, som utan lösa anhopningar af barrhylsor innehålla anhopningar af *Betula odorata*-blad-inkrustat. Björkbladen kunna vara veckade så, att af ett visst blad ett parti når 1,5 *cm* ofvan det plan, som innesluter nedersta delen af bladet, medan rundt omkring ligga andra mer eller mindre veckade eller skeft ställda blad i det luckraste förband. Ett blad som det nyssnämnda måste före utgången af den höst, det fallit ner på kalktuffbildningen, ha blifvit inneslutet af dess i höjden växande massa. Man vill gärna i det omgifvande luckra bladförbandet se en enhetlig löffällning och därmed giva det ifrågavarande tuffpartiets vertikala tillväxt för ett år ett betydligt belopp.

Att få säkra hållpunkter på förkalkningens årliga framskridande i mossmattorna, hvilka väl få räknas som tuffens grundmassa, har icke lyckats mig. Men man kan i recenta bestånd af kalkkärrs-*Amblystegia* se, att de ortotropa långskotten växa några *cm* per år. Då man här i dessa förkalkade tufvor kan följa sådana ortotropa långskott stående upprätta eller svagt böjda flera *cm* i höjden, får man det bestämda intrycket, att förkalkningen följt de tillväxande skott-topparna tätt i spåren, alldeles som nu är fallet i recenta kärr med pågående tuffbildning. Sålunda äfven här en minimitillväxt af ett par *cm*.

Med det talrika uppträdandet i såväl vertikal som horisontal led af de 3 nu beskrifvna linstyperna, hvilkas årliga vertikala tillväxt måste uppskattas till ett par *cm* och mera, bör hela tuffbildningens medeltillväxt per år skattas högt, så mycket mer som jag på intet ställe i den långa skärningen mot sjön och bäcken kunnat skönja märken efter afbrott i tillväxten. Mer än ett eller annat århundrade torde nog ej bildningen af den 80 *cm* mäktiga tuffen ha tagit.

Hvadan slutade den då med ens? Närmast har man väl att tänka på, att den förbiflytande Fillsta-bäckens fåra skurit sig djupare eller en annan fåra, eventuellt just genom tuffen, hvarigenom den forna öfversilningen, som betingade backmyren, upphörde.

För flora och fauna ber jag att få hänvisa till min uppsats af 1890. Sedan dess har jag (18²³ 693) funnit *Amblystegium*-arter, *Limnæa ovata* samt ett stort blad af *Dryas octopetala* (SERNANDER 1899, I, p. 55). Detta ligger tillsammans med den vanliga tallfloran (stuf på Stockholms Högskolas Mineral.-Geol. Inst.). NATHORST's och A. F. CARLSON's *Dryas*-fynd ligger i en likartad stuf (Riksmuseum).

Fillsta-tuffens bas ligger bortåt 3 *m* öfver den siffra, 292,2 *m*, man anger för Storsjöns höjd öfver hafvet, nära intill gränsen för den islob, HÖGBOM (1910, Pl. 3) lagt som Näld-issjöns begränsning. Dessa låga nivåer ha sent lämnats af denna Jämtlands sista issjö. I nära samband med, troligen genast efter bildningen af den postglaciala Storsjöns strandvall på sin sydstrand, som sedan vid bäckenets olikformiga höjning upplyftes några meter, började tuffafsättning på vallgruset. Mycket talar för att den tidens källflöden varit starka. Sedan emellertid antagligen erosionsfenomen hastigt afbrutit den första tuffafsättningen, återkommo aldrig de lokala förutsätningarna till en ny sådan.

Oxdrulbäcken i Brunflo socken.

I härifrån af A. F. CARLSON hemförda stuffer har NATHORST funnit aftryck af *Betula odorata*, *Pinus silvestris* och *Salix* sp., hvarjämte G. LINDSTRÖM af hemförda mollusker bestämt *Limnæa ovata*, *L. palustris*, *Valvata cristata* och *Pisidium* sp. Vid mitt besök den 2 juli 1893 saknade jag tid och medel att upptaga ordentliga profiler och konstaterade blott följande:

Tufflagret låg på en svag sluttning c:a 330 *m* ö. h. och genomskars på åtminstone 300 *m* längd af Oxdrulbäcken. På en punkt öfverkläder det en liten kulle. Det öfverlagras af

skogsjord, beväxt af en tall-granskog med *Cystopteris montana* på de käl-artade partierna. Alla de stuffer jag granskade voro petrografiskt likartade och innehöllo alla bladaftryck af *Pinus silvestris*, mera sparsamt af *Betula odorata* och *Salix* spp. Af släktet *Limnæa* iakttogos några skal. Grundmassan var fast, homogen och ganska tät; svår att genetiskt dechiffera, men stora partier hade habituella karaktärer af tjockt inkrusterade bladmossor. Hur stor procent det tuffen lokalt ersättande kalkgruset, hvilket CARLSON anser utgöra hufvudparten, upptog af bildningen, kunde jag ej afgöra. Tuffen var tydligen ganska enhetlig till sin genesis.

På grund af de topografiska förhållandena och beskaffenheten af tuffens grundmassa tänker jag mig denna så. En *backmyr* med liflig vattentillförsel — jfr skalen af *Limnæa*, *Valvata*- och *Pisidium*-arter samt att tuffen som nämnt öfver-skrider en kulle på sluttningen — och med svällande mossmatta förkalkas successivt, och i dess sänkor bildas i vattnet kalkgrus. På torrmarken växte björkinblandad tallskog med bård af *Salices*. Bildningen försiggick före granens invandring.

De växtsambållen, som efter tuffbildningens afslutande klådde dess yta, känna vi ej, men möjligen har skogsjorden framgått ur några hygrofila formationer, t. ex. ur mer eller mindre sankade grankålar.

Fyndorten är liksom Nåset belågen endast ett kort stycke in i den islob, HÖGBOM uppdrar som Nål-dissjön uppådåmning. Tuffens underlag kan med sin ringa höjd öfver Storsjön knappast ha blifvit nämnevårdt vare sig tidigare eller senare isfritt ån vid Nåset.

Digernås i Sunne socken.

Öfver sluttningarna mot Storsjön utbreda sig ganska vidstråckta lager af bleke, kalktuff och torf, egentligen rester af myrar, ur hvilka man hämtat torf till åkrarna och tuff till kalkugnarna. Om dessa bildningar gjorde jag 18³ 793 följande anteckningar, delvis refererade 1899.

1. Ungefär 20 *m* ofvan Storsjön låg i hagmark med barrskog på svagt sluttande moränmark ett nu aftorfvadt blekelager, beväxt med bl. a. *Juncus triglumis* och riklig *Primula farinosa*. Delvis var detta bleke utbildadt som tuff med *Pinus silvestris*, *Betula odorata* etc.

2. Ungefär 10 *m* ofvan Storsjön låg en annan, till stora delar mer eller mindre aftorfvad myr. Den allmänna lagerföljden, som återges i min nyss citerade uppsats, har varit: öfverst torf, nedåt stundom övergående i bleke, så ett multnadt torflager ibland med tallstubbar, så bleke, som mot kanterna öfvergår i kalktuff. Underlaget är bottenmorän med vackert repade silurblock, pilgrimstadsgranit etc.

Profilen fig. 4 visar, huru under den stora kalkafsättningsperioden i bäckenets af vatten upptagna midt bildade sig bleke, men på de sankar, af källsprång öfversilade sidorna tuff. Så sänktes vattennivån och minskades källsprången. Öfver tuffen och bleket bredde sig torf, som uttorkade och delvis kläddes med tallskog. En ny omkastning af de hydrografiska förhållandena medförde en ny period af blekeafsättning, åtföljd af den torfbildning, som hejdats genom de nutida dytagen. Det är dessa tre utvecklingsskeden, som jag i uppsatsen 1899 hänförde till resp. atlantisk, subboreal och subatlantisk period.

Det atlantiska bleket innesluter bl. a. skal af *Limnæa ovata*.|

Tuffen är i flera hänseenden synnerligen intressant. Dess fossil-lista är (jfr 1899, p. 54):

Betula odorata: blad,

Dryas octopetala: stora, ända till 9 *mm* breda blad,

Hippophaë rhamnoides: blad,

Myrtillus uliginosa: blad,

Pinus silvestris: barr från bottnens tuff bland stenarna i moränens yta ända upp. Långa, ett mätte 50 *mm*,

Populus tremula: blad,

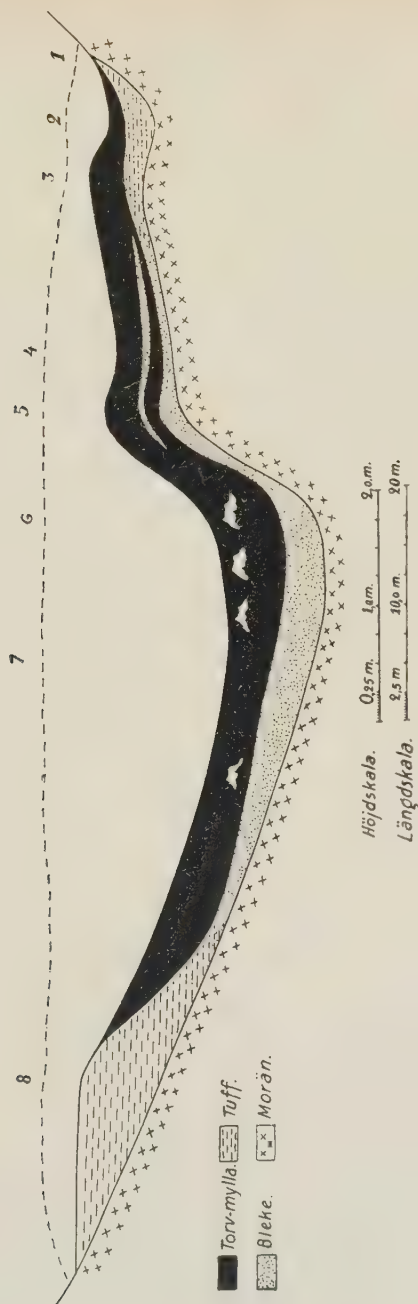


Fig. 4. Profil genom Digernäs-tuffen.
1—8: Undersökta och afvägda specialprofiler.

Salix arbuscula: blad,

» *caprea*: blad. Några mycket stora. Ett höll 46 mm i bredd. På flak af ända till 1 □ m kunde dessa vara ymniga,

» *reticulata*: blad,

» sp.: blad.

Af mollusker anmärktes bl. a.:

Conulus fulvus.

Tuffen, hvars mäktighet sällan öfvergår 75 cm, är efter de partier, som kunna identifieras som mosstuff, att döma, bildad i en *backmyr*. Men denna har i stor utsträckning haft en ganska märklig lokal facies.

Stora partier i såväl horisontal som vertikal led äro nämligen utbildade som *sinter* af en pregnant typ. Den är uppdelad i 1—15 mm tjocka skifvor af en hands utsträckning eller mindre i horisontalplanet. Skifvorna äro svagt vågiga, stundom på korta sträckor starkt hopknycklade. De ligga på det stora hela taget vågrätt, men gärna något skeft förskjutna mot hvarandra, hvarigenom låga hålrum klädda af hvit tuff med kornig, nästan droppstensartad yta uppstått. Denna tuff är full af bladaftryck. Aftrycken eller rättare inkrustaten förete ej sällan en karakteristisk utbildning, i det att fläckar på den annars jämna ytan upplyfts till papillösa utbuktningar af brunare färg än omgifvande partier. Hvad själfva skifvornas struktur angår, är att märka, att grundmassan, som kännetecknas af en mörkgrå skifferfärg, har en hård och fast konsistens, men är rik på små hålrum, tydligen under bildningen inneslutna gasblåsor, samt vidare att i densamma kunna på tvärsnittet vid lämplig belysning urskiljas c. 1 mm tjocka lameller.

Jag tänker mig denna sinter uppkommen genom förkalkning af *cyanofycé-mattor*. De små hålen äro väl märken efter vid assimilationen bildade syreblåsor, som fixerats i de slemmiga algkolonierna. Lamelleringen är årshvarfvighet. Mattornas yta har varit ömtålig för täckning och beskuggning, sär-

skildt af blad, som lagt sig öfver skott-topparna. Nya kolonier ha växt upp ofvan de dödade och förkalkade, och denna utveckling itererad återspeglas i sinterns skifviga byggnad. Gasblåsorna, som utgått från de genom täckningen dödade och sedan i sönderdelning stadda partierna af algmattan, ha orsakat den nämnda deformationen i inkrustaten. I kapitlet om kalktuffernas genesis skall jag beskrifva de nutida förhållandena i cyanofycéernas ekologi, som berättiga dessa tolkningsförsök.

Då den blekeaflagring, som i centrum ekvivalerar tuffen, väl afsatts i ett stagnerande vatten, får man sålunda bilden af ett flackt bäcken med en sank backmyr, rik på cyanofycékolonier, kransande en liten vattensamling med någon eller några af de vanliga bleke-bildande växt- och djursambällena. Med den atlantiska periodens slut och den subboreala periodens inträdande komma de växtsambällen, som i lagerföljden representeras af tallstubbar och en humifierad torfart. Den subatlantiska försumpningen inledes af en ny bleke-bildning. Ett torfbildande kärrsambälle införde hela depressionens vegetation i myrarnas serie.

Denna myr låg som nämnt c:a 10 m öfver Storsjöns yta, vidare inom den uppdämmande isloben och för öfrigt så, att begynnelsen för kalktuffens bildning i stort torde sammanstämma med den ej långt aflägsna Fillsta-tuffens.

Semla i Mörsils socken.

Fyndorten, som nog är den, om hvilken P. OLSSON, p. 9, anför, att prof finnas i Östersunds läroverks samlingar, tagna vid »Semlaån i Mörsil 1878», och för hvilkas flora han, p. 42, anför *Salix reticulata*, undersöktes af mig den 1 juli 1893. På slutningen af en backe af lerigt morängrus med siluriska block, stupande omkring 12° mot O, låg en kalktuff-kaka, 50 m i N—S, 25 m i O—V. I söder begränsades tuffen af en rännil, som förenade sig med en annan, gående utmed tuffens ostkant. Tuffen var omgifven af björkbacke och åker, hacom hvilken barrblandskog vidtog.

Öfverst låg en gräsvallsbevuxen mylla, som antagligen framgått ur samma slags kärrtorf, hvilken upptar sänkan nedanför tuffen.

På den punkt, där jag genom spettning upptog en profil, låg under myllan 80 cm tuff direkt på moränen. Den var upptill lös, annars tät och fast. Inga afbrott i dess utveckling kunde iakttagas, ej heller någon olikhet i floran i dess olika delar. Efter förnämligast den mängd lösa block, som funnos kringströdda på fyndplatsen, antecknades följande växter:

Amblystegium spp.

Betula odorata: blad,

Myrtillus uliginosa: blad,

Pinus silvestris: barr (2 mätte 41 mm), grenar,

Populus tremula: blad, .

Salix reticulata: blad,

» sp.: blad, talrika,

Vaccinium Vitis idæa: blad.

Bland mollusker antecknades:

Cochlicopa lubrica,

Limnæa ovata.

Tuffens här och där fullt tydligt framträdande karaktär af mosstuff, närmast *Amblystegium*-bestånd som inkrusterats, tyder på att dess moderformation varit en sank *backmyr*. Insprängda uppträda partier af *cyanofycé*-kalk af samma art som vid Digernäs. Den omgifvande vegetationen var *Betula odorata*-inströdd tallskog, med en *Salix*-bärd skild från backmyren.

Semla-fyndorten ligger på botten af Kall-Näld-issjön c:a 335 m ö. h., sålunda omkring GUNNAR ANDERSSONS Järp-linje, hvilken antagligen betecknar den sista (eller kanske näst sista) etappen i Näld-issjöns aftappning, innan Storsjö-nivån nåddes (jfr HÖGBOM, p. 33). Den tidpunkt, vid vilken kalktuffbildningen kunde taga sin början, kan sålunda ej nämnvärdt sättas

före den vid Digernäs, Fillsta och Näset. Jag antar ock, att Semla-tuffen, liksom de nu nämnda, afsatts under en del af atlantisk tid. De flödande källsprång, hvilka då antagas ha silat sig ner för sluttningen, ha i nutiden inskränkts till det vatten, som samlas i rännilen vid tuffens sydkant. Hvilka samhällen, som i subboreal och subatlantisk tid växt ofvan tuffen, känna vi ej på annat sätt, än att troligen det nutida kulturpåverkade samhället, gräsvallen, framgått ur en kärrformation.

Hoo i Ragunda socken.

NATHORST anför 1885, p. 772, efter CARLSON's anteckningar och insamlingar:

»I *Ragunda socken* vid *Hoo*, ungefär tre fjärdedels mil nord-vest om *Ragunda* by, finnes grusartad kalktuff i en kulle med utsträckning 100 fot $\times$ 25 och en mäktighet af 3—4 fot. Större sammanhängande stycken hafva fordom funnits, men användts till kalkbränning. Följande växter erhöles:

Mossor,

Pinus sylvestris (blad),

Salix (2 å 3 arter).»

Detta fynd är troligen ett led i en rad af kalktuff-förekomster, först införda i litteraturen genom en notis af A. ERDMANN i hans »Vägledning till bergarternas kännedom», utmed dalen af den bäck, som kommande N om Hoos by tar sig ned till den gamla *Ragunda*-sjön. Den största förekomsten uppger man skola ligga en halfmil högre uppför bäcken än den, från hvilken CARLSON 1885¹ insamlade prof, och hvilken helt säkert är den jag 18²⁰ 1893 hade tillfälle att undersöka.

Tuffen hade sin största utsträckning, c:a 70 m, i NNV—SSO. Den låg på en svagt sluttande moränbacke mellan två rännilar, af hvilka blott den östra nu förde vatten. Antagligen hade det vatten som bildat tuffen så länge kunnat öfversila backen, tills tuffmassan höjt sig så, att vattnet måste taga sig väg på ömse sidor om densamma. Det nuvarande vattenflödet

var tydligen ringa mot det, som utmärkt tuffbildningsperioden.

En profil, som upptogs, visade:

105 *cm* tuff,

7 *cm* hård, mörk, rostflammig lera,

10 *cm* + morän med block såväl af siluriska skiffrar som urbergarter, t. ex. diabas etc.

Tuffen var lös och grusig, men hårdnade i luften. Strukturen var i allmänhet porös. Den bestod på flera nivåer af inkrusterade mossor. Tuffen syntes till såväl flora som bildningssätt vara fullt enhetlig. Lösa block efter gamla brytningar lågo kringspidda och visade sig innehålla följande flora och fauna:

Betula odorata: blad (mera sparsamt än vid föregående lokaler),

Mossor: dels bladmossor, däribland *Amblystegium* sp., dels lefvermossor, däribland troligen *Marchantia polymorpha*,

Pinus silvestris: af samma längd som vid Fillsta,

Conulus fulvus,

Zonites petronella.

Det kalkmaterial, som åtgått för tuffens uppbyggande, har lämnats af moräner, tillhörande den äldre typ, som HÖGBOM (1894) visat härstamma från en tid, då isdelaren låg inom eller väster om den centraljämtländska siluren. — Modersamhället har varit en sank *backmyr*.

Fyndet ligger ett stycke under den linje, AHLMANN på Tafl. 1 utlagt som B. G., som här skulle uppgå till omkring 240 *m* ö. h. Det är i motsats till alla de förut behandlade beläget öster om den sista isdelaren. Men äfven här få vi sålunda, om man antar, att tuffen började bildas rätt snart efter underlagets isolering ur det baltiska hafvet, gammalatlantisk ålder.

En tredje lokal skildras af HENNING, p. 67, sålunda:

»Vid foten af det i närheten af byn Ho i Ragunda belägna Håkberget förekomma på dess nordöstra sluttning en

mängd källor af 3—4 temperatur, och platsen är intressant så till vida, som torfven nedanför källorna hvilar på mäktiga lager af kalkslam (bleke). Jag besökte platsen i syfte att finna fossilförande kalktuff, men endast smärre kalktuffstycken anträffades i bleket, och professor A. G. NATHORST, till hvilken jag omedelbart sände de gjorda samlingarna, kunde ej i dem finna några bestämbara växtdelar.»

Hoo-tufferna förtjäna ur flera synpunkter en mera ingående granskning. I de bekanta Ragundasjö-aflagringarna har SANDEGREN hittat *hassel* (från själfva Hoo har i en myr efter P. OLSSON 1896, p. 137, en hasselnöt tillvaratagits) på ett par punkter i den atlantiska lagerföljden, och genom hela densamma uppträder *Alnus incana* massvis. Är min tydning af Hoo-tuffen som atlantisk riktig, borde man sålunda i densamma kunna uppspåra *Alnus incana*, möjligen äfven *hassel*.

I det föregående har jag gifvit alla de nu skildrade 6 kalktufferna *atlantisk* ålder. De fakta, som berättiga härtill, skola något utförligare behandlas i det följande, liksom ock de hvilka tillåta en ännu närmare precisering af bildningstiden, i korthet redan skisserad i mitt diskussionsinlägg (SERNANDER 1915, p. 280) efter HALLE's föredrag om jämtländska kalktuffer.

NATHORST framhöll genast vid sin preliminära utredning af de norrländska kalktufferna, att de, såvidt hans erfarenhet då räckte, blifvit afsatta före granens invandring. De 6 tillhöra också uppenbarligen denna kategori. När inkom då granen till östra Jämtland, hvarom frågorna nu röra sig? TOLF har som bekant hittat gran — ofta djupt nere — i flera jämtländska myrar från Ånn i väster till Ström i öster, men med ännu ej bestämd geologisk ålder. Själf har jag 1902 p. 450 från Åredalen beskrifvit ett granfynd från öfvergången mellan subboreal och subatlantisk tid; L. von POST daterar 1906 p. 226 Kingsta-myrens äldsta granlämningar till öfver-

gången mellan de atlantiska och subboreala perioderna, och SANDEGREN förlägger granpollengränsen i Ragunda-myrarne ett stycke under midten af subboreal. Då nu också Digernästuffen direkt öfverlagras af subboreala bildningar, blir dess och därmed äfven de 5 andra tuffernas atlantiska ålder ganska sannolik.

Under tufferna komma antingen direkt morän (Digernäs, Semla), svämsand (Näset), postglacial strandvall (Fillsta) eller (antagligen) baltisk lera (Hoo). Tufferna torde sålunda ha bildats ganska snart efter resp. platser blottläggande från issjöar, inlandsis, Storsjöns postglaciala transgressionsområde och det tillbakaryckande baltiska hafvet.

När inträffade dessa blottläggningar?

Af grundbestämmande art för Centralskandinaviens yngre kvartär är den tidpunkt, då den från såväl öster som väster afsmältande landisen hade hunnit till ett stråk af östra Jämtland, där den upplöste sig i ett nordligt och ett sydligt parti. Som G. DE GEER visat, medförde denna bipartition en plötslig urtappning af Kall-Näld-issjön, d. v. s. återstoden af den centraljämtska issjö, som varit uppdämd af den förut sammanhängande ismassan. Denna katastrof intrangerar DE GEER 1915 p. 191 sålunda i sitt kronologiska system:

»Bland den nedanför liggande traktens normala årshvarf utmärkes denna väldiga sjötappning genom ett sannskyldigt jättehvarf, som ingår i den uppmätta kronologiska serien. Själftva tappningsåret, då istäcket tudelades, har af förf. såsom det skarpast bestämbara, naturliga gränsmärket föreslagits att beteckna istidens slut, då det nu gäller och verkligen blifvit möjligt att med historisk skärpa afgränsa ifrågavarande tidrymd. De efter sagda år i Lappland nog ännu länge kvarliggande resterna af det stora istäcket såväl som de nutida glaciärerna räknas sålunda till det *postglaciala* skedet, hvars längd fram till våra dagar, enligt LIDÉN's sista beräkning, skattas till omkring 8,000 år.»

Vid bipartitionens inträdande upptogs ännu det baltiska

bäckenet af Ancylussjön och härskade den boreala periodens kontinentala klimat, men Littoriansänkningen och därmed det insulära atlantiska klimatskedet voro i ett nära anryckande (Jmfr SANDEGREN, särskildt Tafl. 4). Det borde därför vara möjligt, att postglacial-bildningar från boreal tid skulle kunna anträffas i bottnarna af *Digernäs*- och *Semla*-aflagringarna, mindre troligt dock för *Fillsta*, hvars underlag, den postglaciala Storsjö-strandvallen, kanske ej före den boreala periodens utgång hann att genom olikformig nivåförändring höjas över Storsjöns yta.

Näset och *Oxdrulbäcken* ligga öster om issjöområdet, men så nära detsamma och Stugun, den ungefärliga punkten för bipartitionens inträdande, att man med kännedom om den norra inlandsisrestens afsmältande från söder, måste anse deras underlag ha befriats från is tämligen omedelbart efter tappningskatastrofen. De stå sålunda till sin ålder de tre föregående tufferna nära.

Hoo-tuffens underlag blottlades i motsats till *Näset* och *Oxdrulbäcken* först, sedan det baltiska hafvet dragit sig tillbaka ett stycke. Man torde dock ej, med hänsyn till isens afsmältning i relation till östligaste Jämtlands B. G. och med den nuvarande kännedomen om landhöjningens utomordentliga intensitet i dessa trakter under den postglaciala tidens första skede (Jmfr t. ex. LIDÉN), kunna ge dessa tvänne fyndorter högre ålder än *Hoo*-tuffen.

De resp. tuffernas homogenitet talar bestämt mot att de bildats under loppet af mer än en enda klimatisk period; de äro fastmera, som flera detaljer i deras struktur utvisa, antagligen produkten af endast några få sekels kalkafsättning, hastigt avslutad genom det öfversilande vattnets själfdränering i distinkta erosionsfåror.

Då sålunda, som nu skildrats, underlaget blottlagts under den boreala eller på öfvergången mellan denna och den atlantiska perioden, och kalktuffafsättningen börjat mycket tidigt efter blottläggningen samt dessutom fullbordats inom en kort

tidrymd, kan den, i öfverensstämmelse med hvad floran och de ofvanliggande bildningarna utvisa, samt i analogi med de ost-jämtska myrarnas byggnad bestämmas ej blott som *atlantisk*, utan än närmare som *gammalatlantisk*.

Det är emellertid tänkbart, att, om man i någon större utsträckning finge studera kalktuffernas bottenlager, man där skulle kunna i inkrusterad form uppspåra rester af det vegetationstäckte som i *senboreal* tid täckt tuffernas underlag.

Det är denna tolkning, jag tillämpat på de märkliga bottenlagren i ett par av HALLE's jämtländska tuffer NV om mitt undersökningsområde. Enligt min tanke (SERNANDER 1915 p. 281) skulle vi här i de lokala anhopningarna af *Dryas*- samt äfven *Hippophaë*-blad bland de tydligen sedentära *Pyrola*-bladen ha spår af den senboreala hed, som först intog tuffernas blottlagda underlag.

Hur förhåller sig denna åldersbestämning till äldre uttalanden om de jämtländska tuffernas ålder?

Under det gångna kvartseket ha i denna fråga tvänne olika åskådningar gjort sig gällande, som synas stå i stor motsättning till hvarandra. Bägge åskådningarna ha tagit mycken hänsyn till kalktuff-florans innehåll af glaciala växter, nu icke, eller mycket sällsynt växande i omgifningarna.

Ännu till för ett eller annat årtionde sedan antog man som tämligen själfklart, att den afsmältande landisen i Jämtland likasåväl som längre söderut åtföljdes af en glacial flora, vilken under en viss ej alltför kort tid höll sig kvar, innan den aflöstes af skogsfloran. Då nu de jämtländska kalktufferna visade sig innehålla några glaciala växter, närmast *Dryas* och *Salix reticulata*, som just utmärkte de glaciala sötvattneslerorna söderut, var det själfklart att man trodde sig ha anträffat de rester af den nämnda glacialfloran, hvilka ännu ej hunnit splittras af tallskogen. »Häri genom», säger NATHORST 1885 p. 774, »blir det ock förklarligt, att åtskilliga fjällväxter ännu finnas der och hvar utom fjällens område. Dessa

fjällväxter äro att anse såsom spridda, ännu ej utträngda 'efterposter' från den tid, då fjällfloran hade en större utbredning. — Sannolikt härröra aflagringarne från den tid, då tallen redan blifvit det rådande trädslaget och fjällfloran till större delen var undanträngd», och 1894 p. 291: »Kalktufferna i Jemtland äro till största delen avsatta temligen snart efter tallens invandring, enär de liksom vid Vadstena jemte lemningar af detta trädslag i sina undre lager kunna innehålla blad af *Dryas*, stundom äfven *Salix reticulata*.» Och HÖGBOM t. ex. ansluter sig till denna åskådning, då han 1894 p. 84 om dessa tuffer anför: »Professor NATHORST, som undersökt ifrågavarande kalktuffer — — har påpekat, att dessa växtlemningar och den påfallande frånvaron bland dem af hvarje spår af gran tyda på deras bildning vid en tid, då klimatet var märkbart sämre än nu, och då granen ännu icke invandrat i dessa trakter, utan barrskogarna utgjordes av endast tall.» Bland andra som uttalat sig i samma riktning märkas GUNNAR ANDERSSON och SAMUELSSON (se längre fram). — Någon direkt åldersbestämning försökte man sig ej på, men man ansåg som själfklart, att tiden närmast efter isens afsmältning inföll många årtusenden före litorinatiden.

Vid min första behandling af Jämtlands kalktuffer 1890 fäste jag mig vid tallbarrens och tallkottarnas dimensioner, som godt uppnå, om ej öfverträffa de nutida medelvärdena i tuffernas omgifning, hvilket ej talade för att klimatet vid tiden för tuffens bildande varit kallare än det nuvarande. Sedan jag 1893 kommit i tillfälle att undersöka några nya Jämtlands-tuffer och vid Digernäs funnit tuff omedelbart öfverlagrad af en subboreal skogsboten, framställde jag 1899 som min åsikt, att vi här i allmänhet hade att göra med atlantiska bildningar. De glaciala växterna ville jag tolka som 'nedvandringar», framkallade af den atlantiska periodens maritima klimat, t. ex. analoga med dem som i nutiden uppträda den norska västkustens skogsregioner.

Under de år, som förflutit, sedan jag framställde denna teori

om kalktuffernas ålder, till hvilken också HÖGBOM sedermera (1906 p. 191 och 1907 p. 70) och några andra forskare anslutit sig, har emellertid studiet af landisens afsmältningsförhållanden gifvit hela frågan om de jämtländska kalktuffernas ålder en alldeles ny utgångspunkt. Som i det föregående utvecklats, falla i östra Jämtland landisens afsmältning och de af denna uppdämda issjöarnes urtappning så långt fram i postglacial (sensu MUNTHER) tid, att de lager, som mer eller mindre omedelbart började afsättas på det blottade underlaget, måste få atlantisk ålder. Kalktuffernas sista bearbetare HALLE (1915 *a* och 1915 *b*) har också uttalat sig för denna åldersbestämning. NATHORST's och mina som det tycktes från hvarandra rätt afvikande åskådningar mötas sålunda.

HALLE's senaste undersökningar tala ju för, att de glaciala elementen i nordöstra Jämtlands kalktuffer skulle vara koncentrerade till dessas undre delar. Men som HALLE också framhåller, är det tydligt, att då en del af dessa glaciala element återfinnas i tufferna inom Storsjöområdet, hvilket under en tid efter landisens afsmältning varit täckt af vatten, detta element ännu efter landisens bipartition sålunda ett stycke fram under atlantisk tid ägt förmåga att sprida sig nedåt. Äfven inom det nordöstra området visar det massvisa uppträdandet af *Dryas* i lagret *b* vid Österåsen (HALLE *b* p. 29) -- jmf. också Rismyrbodarne, profil B (l. c. p. 26)

på samma företeelse i de glaciala elementens lifskraft under atlantisk tid.

En någorlunda säker bestämning af de jämtländska kalktuffernas ålder medför viktiga konsekvenser för uppfattningen af flera drag i Nordenropas postglaciala utvecklingshistoria.

Särskildt gäller detta Skottland under atlantisk tid. Vid ett föregående tillfälle (G. F. F. 1908 p. 264) har jag sökt ådagalägga, att den lagerkomplex i de skottska mossarne, som LEWIS påvisat och uppdelat i Lower peat bog, Second arctic bed och Upper peat bog, ekvivalera våra atlantiska bildningar, sålunda äfven de jämtländska kalktufferna. Denna parallellise-

ring gjordes på grund af komplexens läge omedelbart under en uttorkningshorisont, hvars subboreala ålder väl ett ytterst ringa antal torfmossforskare nu kunna förneka. Dessutom hade LEWIS i Second arctic bed påvisat 10 fjällväxter, hvilka tillhöra »ett glacialt florelement, hvilket i ett maritimt klimat, sådant som antages för de nu behandlade atlantiska lagrens bildningstid, i stor utsträckning nedvandrar från de alpina och subalpina regionerna». SERN. l. c. p. 266. Mer än hälften af dessa (*Betula nana*, *Dryas*, *Empetrum*, *Salix reticulata*, *S. herbacea* och *S. arbuscula*) äro anträffade i jämtländska kalktuffer.

En närmare granskning af Jämtlands atlantiska torfmossjordarter torde nog också utvisa att de hysa samma glaciala flora-grupp. Vår nuvarande kännedom om de jämtländska mossarnes stratigrafi, grundad på L. VON POST's Norrländska torfmoss-studier, berättigar oss att, som jag redan 1899 p. 55 gjort, med ledning af den meddelade lagerföljden tolka lager 2, den nedåt gytteartade torfven, i den af TOLF p. 25 skiltrade mossen vid Österåsen som atlantisk. Den innehåller blad af *Salix herbacea*. (Jmfr *Salix arbuscula*-fyndet i den helt säkert till allra största delen atlantiska torfven i mossen vid Åsele. L. c. p. 29.)

Men en kort diskussion bör kanske ägnas min teoris närmaste utgångspunkt: att de nedre gränserna för en mycket stor grupp fjällväxter undergå en högst afsevärd sänkning inom Skandinaviens mest maritima klimatområde, Ilex-regionen, just på grund af det maritima klimatet, enär denna utgångspunkt sedermera flera gånger debatterats i den växtgeografiska litteraturen. Från mina starkt afvikande åskådningar ha särskildt framförts af G. SAMUELSSON och JOHN FRÖDIN.

SAMUELSSON har ställt sig så godt som afvisande mot att en insulär klimattyp mer än t. ex. en kontinental sådan befordrar nedvandringen af glaciala växter. I Svensk Botanisk

Tidskrift 1910 (p. 103) lämnas följande koncisa sammanfattning af hans resonemang i Scottish Peat Mosses angående detta problem i »ett föredrag om de nordiska fjällväxternas förhållande till ett klimats insulära eller kontinentala karaktär. En mycket vanlig åsikt var, att ett insulärt klimat gynnar fjällväxters förekomst nedanför fjällens alpina region. Enligt föredragandens uppfattning hade emellertid så godt som inga säkra bevis för denna åsikt lämnats. Att t. ex. vissa fjällväxter i västra Norge och i Skottland m. l. m. ofta förekomma ända nere vid hafsytan berodde helt säkert väsentligen på den rikliga förekomsten af edafiskt gynnsamma ståndorter nära hafsytan på ett ringa afstånd från högfjällen. Det vore knappast visadt, att fjällväxter förekomma oftare nedanför barrskogsgränsen t. ex. i västra Norge än inom Skandinavians mest kontinentala delar. Föredraganden kunde därför ej instämma med dem, som anse de jämtländska kalktufferna (Limonållande bl. a. *Dryas*, *Salix herbacea* och *reticulata*, *Hippophaë* etc.) härstamma från tiden för Litorinasänkningen i det sydbaltiska området. Helt säkert hade de en betydligt högre ålder. Ej heller ville föredraganden anse de fjällväxtkolonier, som förnämligast i fjälltrakter förekomma inom barrskogsregionen, som relikta från den nyssnämnda tiden. Det syntes emellertid verkligen sannolikt, att ett insulärt klimat gynnar vissa alpina arters förekomst på låga nivåer.»

En alldeles särskild uppmärksamhet har ägnats frågan af JOHN FRÖDIN i tvenne uppsatser från resp. 1911 och 1912. Hvad Ilex-regionen beträffar framhåller han med styrka de lägre regionernas rikedom på fjällväxter. Följande faktorer anser han mest bidragande härtill (1911 p. 46—47):

»1. Det korta horisontalafståndet mellan den norska kusten och *regio alpina* möjliggör en afsevärd transport af frön och skott från det senare området till det förra.»

»2. Fjällväxternas förekomst vid Atlanten torde — — också betingas af att skogsfloran ej når dit ut.»

»3. Det äfven om sommaren fuktiga och nederbördsrika klimatet i kustregionen med dess jämförelsevis obetydliga afdunstning skulle verka i hög grad ogynnsamt på fjällväxterna, som alla äro mer eller mindre xerofila, om ej en annan omständighet motverkade den allt för stora fuktigheten. Denna faktor är det atmosfäriska och terrestra saltet, som gör kustlandet till ett fysiologiskt sedt torrt område, äfven om det i rent fysikaliskt afseende är fuktigt.»

»4. För fjällväxternas fortlefnad på en viss plats är det nödvändigt, att deras optimumtemperatur ej öfverskrides. Vid norska kusten, särskildt i norr, är sommartemperaturen densamma som på de lägre nivåerna af regio alpina, under det att den i det bottniska kustlandet är väsentligt högre. Detta är en af de viktigaste orsakerna till fjällväxternas uppträdande i det atlantiska låglandet. — Fjällflorans förekomst här beror alltså ej på det »insulära» klimatet i och för sig, utan på att just detta insulära klimat har den egenskapen att dess sommartemperatur ganska nära öfverensstämmer med åtskilliga fjällväxters optimumtemperatur.»

Om dessa åskådningar vore åtskilligt att anföra, men då detta skulle medföra en serie af vidtgående rent växtgeografiska resonemang, nöjer jag mig med några synpunkter, hvilka särskildt böra uppmärksammas vid studiet af atlantiska aflagringar i Nordeuropa.

SAMUELSSON synes bland svenska botanister stå ganska ensam om sin uppfattning, att det vore knappast visadt, att fjällväxter förekomma oftare nedanför barrskogsgränsen t. ex. i västra Norge än inom Skandinavians mest kontinentala delar. De flesta, som med föregående floristisk erfarenhet koncentrerad på andra sidan riksgränsen besökt Ilex-regionen, ha fått ett bestämdt fysiognomiskt intryck af motsatsen. Redan 1863 talar KROK om »den här rådande låga sommartemperaturen», som är befordrande för framkomsten af några alpiska former och anför bland dem *Allosurus crispus*, som nedstiger till hafvets nivå, *Lycopodium alpinum*, *Oxyria digyna*, *Alche-*

milla alpina och *Rhodiola rosea*. STRÖMFELT t. ex. frapperas af fjällväxternas förekomst på lågt liggande lokaler, och själf mottog jag under ett antal exkursioner i Bergens skärgård sommaren 1912 ett klart intryck af huru allmänt i själfva verket detta fenomen är. Efter BLYTT, Norges Flora, sammanställde jag 1894 och 1899 bland de fjällväxter, som jag funnit som utposter vid stränderna af vattenfall och forsar, ej mindre än 30, hvilka utmed den norska västkusten nedstiga till eller i närheten af hafvets yta.

SAMUELSSON utgår från A. BLYTTs arbeten på 1860- och 1870-talen, där denne rent af förfäktar, att fjällfloran i allmänhet undviker de norska kustområdena med deras insulära klimat. Emellertid medge både BLYTT och SAMUELSSON, att på den norska västkusten söder om Ranen vissa fjällväxter äro vanliga i de lägre regionerna. Ur BLYTT's sammanställning af Skandinavians arktiska växter får SAMUELSSON som sådana en lista på 42 arter, däri naturligtvis hufvudparten af mina nyss anförda listor återfinnas. Utan att direkt exemplifiera den andra gruppen, anser han sig, stödd på vegetationsskildringar från den norska västkusten kunna urskilja »two types of Scandinavian alpine plants —, the one avoiding an excessive insular climate, the other not». L. c. p. 227.

För min del tviflar jag emellertid på, ätt man efter en dylik indelningsgrund skulle få en verkligt naturlig växtgeografisk gruppering af de nordiska fanerogama fjällväxterna i insulära och kontinentala. Troligen komma hufvudparten af den förra gruppen, sådan den ter sig i SAMUELSSON's förteckning, att i själfva verket visa sig vara indifferent, d. v. s. bestå af arter som såväl anträffas bland de insulära som kontinentala klimattypernas utposter. Själf har jag åtminstone ej velat ha min lista till en förteckning öfver rent insulära fjällväxter, om också i den några sådana kanske stå att uppleta. Man ser ju, huru växt efter växt i SAMUELSSON's och mina listor återkommer bland utposterna i Nordens kontinentala klimatområden. Hvad som här drager ner dem är ännu

outredt; att underlagets fysikaliska och kemiska beskaffenhet, närmast kalkens uppträdande, spelar en viktig rol, torde redan nu kunna anses som mycket antagligt. De två kanske viktigaste utpostslokalerna i det kontinentala Norden, Kvamskleven i Valdres (SAMUELSSON, l. c. p. 230) och Kuusamo i östra Finland (LINDBERG, p. 36), skola tagas som exempel (* betyder att växten är upptagen i SAMUELSSON's lista, † på mina från 1894 och 1899):

	Kvamskleven.	Kuusamo.
<i>Antennaria alpina</i>	+	—
*† <i>Arabis alpina</i>	+	+
*† <i>Arctostaphylos alpina</i>	+	+
<i>Arenaria ciliata</i>	—	+
<i>Arnica alpina</i>	—	+
† <i>Bartsia alpina</i>	—	—
<i>Betula nana</i>	+	—
† <i>Carex alpina</i>	+	—
* » <i>atrata</i>	+	+
» <i>pedata</i>	—	+
» <i>rigida</i>	—	+
*† <i>Cerastium alpinum</i>	+	—
* » <i>trigynum</i>	+	—
<i>Draba hirta</i>	—	+
* » <i>incana</i>	+	—
» <i>rupestris</i>	+	—
*† <i>Dryas octopetala</i>	+	+
<i>Epilobium alpinum</i>	+	—
» <i>organifolium</i>	+	—
*† <i>Erigeron alpinus</i>	+	—
<i>Gnaphalium norvegicum</i>	+	—
» <i>supinum</i>	+	—
* <i>Habenaria albida</i>	—	—
<i>Juncus biglumis</i>	+	—
*† <i>Loiseleuria procumbens</i>	+	+
*† <i>Luzula spicata</i>	+	+
<i>Melandrium affine</i>	—	+
<i>Mulgedium alpinum</i>	—	—
*† <i>Oxyria digyna</i>	+	—
<i>Phyllodoce coerulea</i>	—	+

	Kvamskleven.	Kuusamo.
<i>Potentilla nivea</i>	—	+
* » <i>procumbens</i>	+	+
<i>Ranunculus aconitifolius</i>	+	—
<i>Sagina Linnæi</i>	+	—
<i>Salix hastata</i>	+	—
*† » <i>herbacea</i>	+	—
» <i>lanata</i>	+	—
» <i>lapponum</i>	—	—
† » <i>reticulata</i>	—	+
<i>Saxifraga adscendens</i> †	+	—
*† » <i>aizoides</i>	+	+
» <i>cernua</i>	+	+
*† » <i>cotyledon</i>	+	—
*† » <i>nivalis</i>	+	—
*† » <i>oppositifolia</i>	+	—
*† » <i>stellaris</i>	+	—
<i>Sceptrum Carolinum</i>	+	—
*† <i>Sedum rhodiola</i>	+	—
* » <i>villosum</i>	+	—
*† <i>Silene acaulis</i>	+	—
<i>Stellaria alpestris</i>	+	—
† <i>Tofieldia palustris</i>	+	—
<i>Veronica alpina</i>	+	—
† » <i>saxatilis</i>	+	+

Skillnaden mellan min och BLYTT-SAMUELSSON's synpunkter ligger kanske dock ytterst däri, att jag anser storleken af den ifrågavarande fjällväxtgruppen i de insulära klimatens barrskogsregion relativt betydlig, de nyssnämnda forskarne den obetydlig. Men om man också i barrskogsregionen inom kontinentala delar af Fennoskandia kan uppvisa enstaka anmärkningsvärdt artrika lokala anhopningar af fjällväxter, såsom just Kvamskleven och Kuusamo, torde svårligen SAMUELSSON's uttalande: »Det vore knappast visadt, att fjällväxter förekomma oftare nedanför barrskogsgränsen, t. ex. i västra Norge än inom Skandinavien's mest kontinentala delar» vara berättigadt. FRÖDIN kommer nog det verkliga sakförhållandet närmare, då han 1911, p. 3 säger: »Det vackraste och

mest pregnant exempel på den växtgeografiska anomali, som de alpina formernas uppträdande nedanför skogsgränsen innebär, träffa vi på Norges västkust. Fjällväxter uppträda där i riklig mängd i själfva låglandet, alltså ej blott i höglandets barrskogsregion, ja, de förekomma t. o. m. i själfva hafsbandet och ej så sällan ute på de yttersta öarne. De finnas alltså äfven inom den s. k. Ilex-regionen. Nervandringen af fjällväxter blir ett specialfall af hvad BROCKMANN-JEROSCH, p. 40 framhåller: »So finden wir im ozeanischen Gebiete oft das bunteste Gemisch von Arten nebeneinander». Och man kan knappast finna ett mera pregnant exempel härpå, än det samme författare framdrar från Connemares insulära klimat, som låter *Dryas* och *Adiantum Capillus Veneris* växa direkt intill hvarandra på samma ståndort.

Som viktigaste anledning till denna nervandring anför jag i likhet med en del andra växtgeografer »det insulära klimatet». Det är den klimattyp, som vi också kalla oceanisk och maritim eller helt kort fuktig och våt i motsats till den kontinentala eller torra klimattypen. Vi ha icke gifvit oss in på problemet »hvilket eller hvilka af det oceaniska klimatets många konstituerande element, som därvid spela hufvudrollen», FRÖDIN 1911. p. 4. FRÖDIN förebrår oss detta, l. c. p. 5 i följande ordalag: »Man har nämligen i de allra flesta fall nöjt sig med att påpeka, att det norska kustklimatet är i hög grad insulärt», och påstått, att det är denna omständighet, som gynnat fjällväxternas nervandring till låglandet utan att betänka, att ett klimat, vare sig »insulärt» eller »kontinentalt», är sammansatt af en hel mängd meteorologiska element, såsom vind-, temperatur-, nederbörds- och fuktighetsförhållanden af olika slag, och att det ej alls är säkert, att de hafva samma fysiologiska inverkan på växtlifvet eller de enskilda arterna». Denne författare gör oss orätt. Vi ha nog »betänkt», att det insulära klimatet är sammansatt af flere meteorologiska element. Men för min del åtminstone har jag ej haft anledning att söka göra en bestämning af, i hvilken

utsträckning dessa element hvar för sig inverka på den omdebatterade fjällväxtgruppen, och skulle med kännedom om hvilket omfattande primärmaterial, som därför måste sammanfattas och utredas, ej nu våga mig på ett sådant försök.¹

FRÖDIN har gripit sig an med detta utredningsproblem.

Han kommer då till den nära till hands liggande och synnerligen plausibla arbetshypotes, det nyss citerade moment 4, som ger det insulära klimatets låga sommartemperatur ett mycket stort inflytande. En värdefull utredning har förf. presterat i sin framställning af *Ranunculus hyperboreus*' växtgeografi, det specialfall, hvarmed han illustrerar sin allmänna sats p. 47: »För fjällväxternas fortlevnad på en viss plats är det nödvändigt, att deras optimumtemperatur ej öfverskrides.»

Däremot anser han en annan faktor i den norska västkustens insulära klimat, »det äfven om sommaren fuktiga och nederbördsrika klimatet i kustregionen med dess jämförelsevis obetydliga afdunstning — — verka i hög grad ogynnsamt på fjällväxterna, som alla äro mer eller mindre xerofila». P. 4 påstår han, att jag häfdar, »att det är det norska kustklimatets stora fuktighet, som betingar de alpina formernas förekomst i låglandet och p. 10, att »konsekvensen af en sådan ståndpunkt är ju, att ifrågavarande alpina former skulle vara hygroyter». I själfva verket har jag aldrig velat lösbryta dessa faktorer, fuktigheten och nederbördsrikedomen såsom sådana, ur det insulära klimat, med hvilket jag närmast förklarar uppträdandet af en grupp fjällväxter i Ilex-regionen. Och jag vidhåller, att forsarnes och vattenfallens stränder i mellersta Skandinavien barrskogsregion, hvilka beskrivits som lokaler för glaciala utposter, utmärka sig för att luften under vegetationsperioden ständigt är mättad af fuktighet. Jag har dock iakttagit dessa lokaler under olika år och vid olika skeden af sommaren, och min erfarenhet får väl gälla

¹ Färan af att antecipera det speciella inflytandet af de särskilda faktorerna inom resp. de oceaniska och kontinentala klimattyperna har särskildt framhållits af BROCKMANN-JEROSCH.

lika högt som FRÖDINS mot min och sin egen p. 27 uttalade motsatta p. 10: Till den andra gruppen af mindre xerofila former, höra de växter, som lefva vid stranden af fjällbäckarne.» (Skall vara forsar och vattenfall.) Att de ej därför utan vidare få anses vara hydrofyter» (hvilket ingen påstått) inses lätt däraf, att luftens relativa fuktighet äfven på dylika ställen dock ofta är synnerligen ringa och säkerligen afsevärdt mindre än i det norska låglandet.» Även jag har i mitt resonemang medtagit, att luften kring dessa strandkolonier har låg temperatur under vegetationsperioden. Detta var för allmänt bekant att vidare behöfva utvecklas, och man kan till fullo instämma med FRÖDIN, då han p. 27 säger: Hvar och en som besökt ett vattenfall vet, att luften känns betydligt svalare där än i den kringliggande trakten. Detta torde bland annat bero på en genom den starka afdunstningen framkallad värmeförlust.»

Den kanske viktigaste orsaken söker emellertid som nämndt FRÖDIN på helt annat håll; tack vare saltimprägnation påverkas vegetationen i xerofil riktning, och som han p. 52 formulerar det Fjällväxterna, som alla äro mera eller mindre xerofila, kunna endast tack vare saltet persistera på den norska västkusten, *trots* dennas fuktiga klimat, och ej tack vare detta. I ett nytt arbete av 1912 gör han en särskild studie öfver denna fråga och sammanfattar denna p. 60 med att anse sig ha ådagalagt:

1) att hafssalt af vinden tillföres marken i ett brett bälte ofvanför den egentliga halofytzonen (öfverspolningszonen) och att marken därför håller en abnormt stor mängd klornatrium, på Kullen ända till 95 *m* höjd och 500 *m* afstånd från hafvet och i Bohuslän åtminstone ännu 3 *km* från stranden;

2) att de flesta inom detta bälte lefvande växtformer till följd däraf äga en ovanligt stor klorhalt;

3) att salthalten i marken och växternas klorhalt i detta bälte äro tillräckligt stora för att astadkomma en afsevärd nedsättning af de flesta växtformers absorption och trans-

piration och därigenom utbilda dem i xerofil riktning; det terrestra saltet ger alltså åt detta bälte en i fysiologiskt hänseende torr karaktär.

Han anser sig också nu ha lämnat det empiriska beviset för sin teori om sambandet mellan fjällväxters uppträdande i västra Norge och markens saltimprägnation:

Tvenne analyser af markprof meddelas, bägge från Kullen, det ena från 45 det andra från 95 *m* höjd. Det förra håller 0,046 %, det andra 0,032 % koksalt. Om jordartens natur säges intet annat (p. 42) än att den är en morän, något infiltrerad med förmultnade växtdelar. Vattenmängden postuleras (märk väl!) i medeltal utan vidare till 5 % av provvets (finjordens?) vikt, hvilket skulle betyda att koncentrationen af den saltlösning som finnes i marken belöper sig till i medeltal 0,92 % och 0,64 %, och dessa koncentrationer skulle vara tillräckligt stora för att hafva fysiologisk betydelse, nämligen för vegetationens utbildning i xerofil riktning.

Xerofilismen yttrar sig enligt FRÖDIN's uppfattning däri, att klornatrium, mikrokemiskt påvisat genom talliumsulfat, i en del celler uppträder i från normala förhållanden afvikande kvantitet. Denna anhopning medför en stark ned-sättning af absorbtion och transpiration. Jämte ett antal icke-fjällväxter undersökte förf. af sådana (utan jämförelse med exemplar från inlandet) i kustområdet 12 exemplar af *Alchemilla alpina* från en lokal i Bohuslän, belägen 450 *m* från stranden. Den mikrokemiska prövningen visade som resultat p. 62: att bladens kärl och bladskaffen innehöllo stora massor af talliumkloridkristaller, men att icke det ringaste spår af klor kunde upptäckas i mesofyllets celler.

Om denna FRÖDIN's hypotes med dess djärfva tillspetsning af SCHIMPER's bekanta teori om den af öfverflödande klornatrium framkallade fysiologiska torrheten hos marken verkligen skulle innebära en förklaring af fjällväxternas nervandring till kusttrakterna, borde man kunna vänta sig, att de vore vanligast i den egentliga halofytzonen (öfverspol-

ningszonen), att de äfven ofvan denna zon vore blandade med halofyter eller med ett i jämförelse med motsvarande lokaler i inlandet relativt starkt framträdande af xerofytelement, under det att mesofyterna trädde tillbaka. Men så är ej fallet. I Ilex-regionens öfverspolningszon växa endast några få fjällväxter, därofvan sluta halofyterna och att här hundratals eller tusentals meter in i landet proportionen mellan xerofyter och mesofyter skulle vara annorlunda än längre in strider mot all erfarenhet. Det urgeras ej ens af författaren. Så anför han t. ex. för Kullen-profilens *Ramalina*-bälte bl. a. *Oxalis* och *Galeobdolon* och säger p. 9: Inte ens här, omedelbart intill hafvet och blott ett tiotal meter ofvan dess yta kunna alltså de maritima climatelementen annat än i mycket begränsad skala utöfva inflytande på sammansättningen af den öppna markens vegetation. Och mesofyterna borde väl, fränsett den eventuella ökningen af klornatrium-halten, vara påverkade af den fysiologiskt torra marken till sin inre och yttre byggnad. Ej håller något sådant känner förf.; endast om buskdynerna antager han p. 32: De äro nog ej framkallade enbart af eolisk uttorkning utan en annan faktor bidrager till deras utbildning, och det ligger närmast till hands att söka densamma i saltet».

Jag anser mig sålunda fortfarande vara berättigad antaga, att uppträdandet af den fjällväxtgrupp, som i nutiden allmänt går ned i barrskogsregionen utmed den norska västkusten till ett godt stycke in i landet, betingas af den här rådande relativt oceaniska klimattypen. I mina föregående arbeten har jag ej framhållit, att närheten till fjällen bidrager till frekvensen i detta uppträdande. Hvad just denna spridningsbiologiska faktor emellertid betyder, ser man bl. a. på västra Jyllands vegetation. Klimatet skiljer sig ej här väsentligt från den norska Ilex-regionen. Men ändå ha vi här af glaciala kärlväxutsutposter endast *Arctostaphylos alpina*, *Draba incana* och *Selaginella* (jmf. SERNANDER 1899 p. 55). Sällsyntheten af lämpliga ståndorter har en viss betydelse,

men det stora afståndet från fjälltrakterna är säkerligen en viktig grund till denna brist.

Vidare håller jag fortfarande före, att den ifrågavarande fjällväxtgruppen under atlantisk tid hade en mera vidsträckt vertikal utbredning än i nutiden. Vår vanliga uppfattning att den atlantiska perioden utmärkte sig för ett insulärt klimat innebär egentligen, att de atlantiska lagren i våra torfinossar och kalktuffer äro afsatta under inflytandet af en annan klimattyp än de omslutande boreala och subboreala uttorkningshorisonterna, som måste vara bildade under mera torra klimatförhållanden än de nutida. Om vi utgå från Jämtland, tyder ju mycket på, att klimatet varit fuktigare än nu, men om graden eller öfver hufvud taget om klimatfaktorernas inbördes förhållanden veta vi mycket litet. De viktigaste hållpunkter af direkt art, som vi hittills behärska för att komma frågan närmare inpå lifvet, äro följande.

För det första äro moderformationerna till de atlantiska torfslagen, särskilt *Amblystegium*-torfven, samt kalktufferna värkliga hydrofytier, genetiskt vidt skilda från de sedan i torfmossarnes lagerföljd uppträdande subboreala skogsbottnarne. För det andra är den omdebatterade gruppen af fjällväxter ej ovanlig i dessa jordslag. Dessa två moment tala för att klimatet varit insulärt. Slutligen föra de atlantiska torfmosslagren ofvan den nutida barrskogsgränsen tall-lämningar, och redan i gammalatlantiska bildningar äro sydliga, från Jämtland nu försvunna växter och mollusker vanliga.¹ Detta visar på att vegetationsperioderna varit längre än nu, eller att vissa delar af desamma varit varmare än nu, eller ock på en kombination af dessa faktorer.

(Forts.)

¹ Jmför särskildt H. SMITH 1911, SANDEGREN 1915 och KJELLMARK 1904.

Hvarifrån härstamma de på Kattegatts botten anträffade torfblocken?

Af

GUNNAR ANDERSSON.

I Geologiska Föreningens Förhandlingars marshäfte 1908 publicerade dr EDV. ERDMANN en intressant uppsats om fynd af torf på Kattegatts botten. Den Svenska hydrografiska kommissionens fartyg »Skagerak» hade i juni 1907 på 35—47 meters djup i nordligaste Kattegatt, ungefär midt emellan Vinga fyr utanför Göteborg och Skagen, medelst bottensläpnot (s. k. trål, eng. trawl) »[uppfiskat] »ett större stycke torf» af ungefär 1 kub.-meters rymd och något tillplattad äggform» (fig. 1). Äfven hade »året förut på ungefär samma plats uppfiskats några mindre torfstycken af ungefär ett manshufvuds storlek eller något större. I december 1907 uppfiskades åter medelst trål ett torfstycke från 30—38 m djup i ungefär samma del af Kattegatt» (fig. 2). Detta senare hade en mycket oregelbunden delvis tydligt afrundad form och äfven det var genomsett af talrika hål, borrade af bormusslan *Pholas crispata*, af hvilken ännu lefvande individ funnos i torfven, då den kom i dr ERDMANNNS händer.

Den ingående undersökning denne dels själf och dels genom andra specialister lät underkasta profven visade, att här förelåg prof af en torf säkert bildad i sött vatten i ett torfmossbäcken på land, att tvenne till bildningssätt rätt skiljaktiga torfslag förelågo men att bäggedera måste ha uppstått under den jämförelsevis sena del af postglacialtiden, då redan ek,

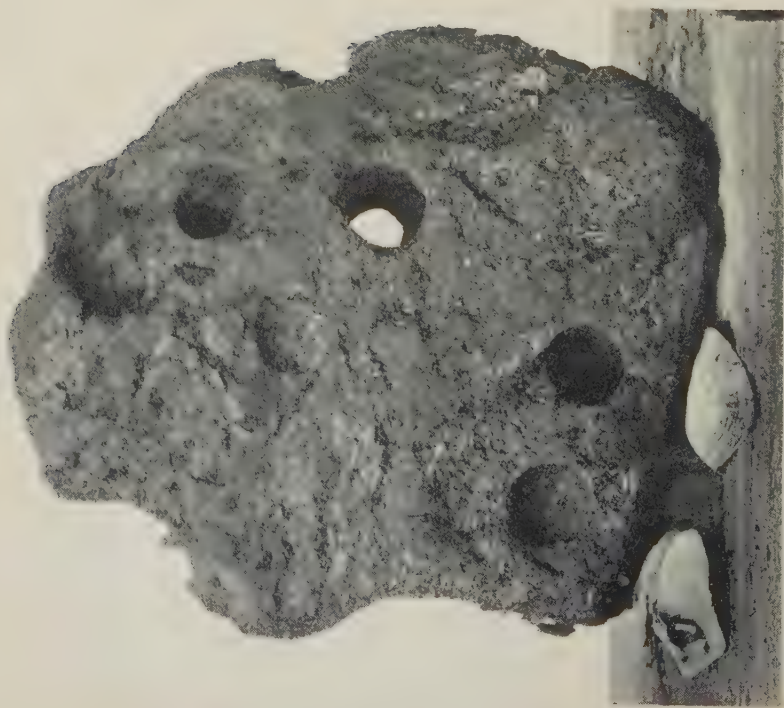


Fig. 1. Torfstycke, i juni 1907 upptråladt från Kattegatts botten. Hålen

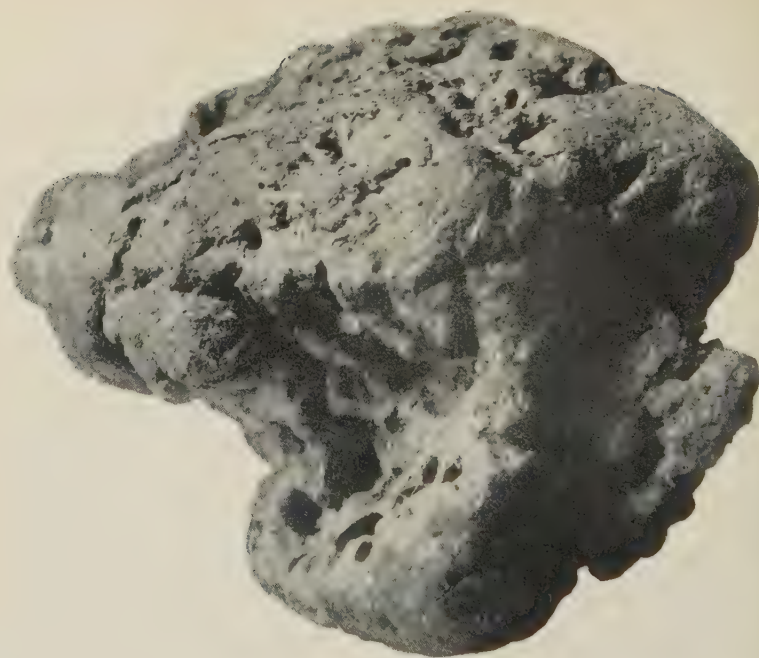


Fig. 2. Torfstycke, i december 1907 upptråladt från Kattegatts

hassel, alm, lind m. fl. värmefordrande träd hunnit att invandra till den plats, där torfven uppstått.

Af stor vikt för förståelsen af torfvens ursprung är en iakttagelse i ett meddelande till dr ERDMANN af statsgeologen L. v. Post, på följande sätt formulerad: Torfvens ovanligt fasta konsistens, liknande den som torf täckt af strandvallar eller

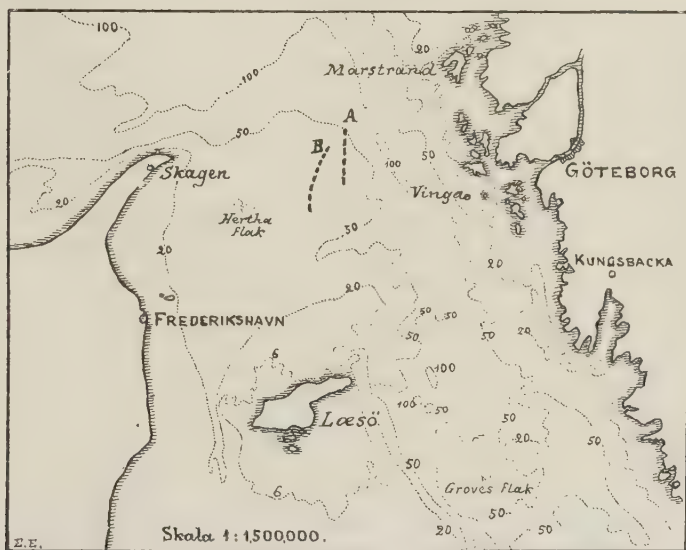


Fig. 3. Kartskiss (efter E. ERDMANN) visande dels vid A och B, de sträckor, utmed hvilka trälning skedde, då här omtalade torfprof funnos i Kattegatt, dels ock läget i förhållande härtill af Skagen och de på dennas västsida anstående »mörtörv»-lagren. Talen för djupkurvorna i meter.

flygsand företer, visar, att torfven (prof *b*) varit utsatt för sammanpressning. Prof *b* är det i fig. 2 afbildade stycket.

I detta afseende synes det först erhållna, i juni funna profvet varit afvikande, i det att detsamma vid torkning enligt ERDMANN hopdragit sig till ungefär $\frac{1}{3}$ af den ursprungliga volymen». Till dessa frågor återkommer jag senare.

Fyndplatserna för ifrågavarande torffynd framgå af den efter ERDMANN här reproducerade kartskissen (fig. 3), där de markeras med de brutna strecken A och B.

Det intresse, som knyter sig till dessa fynd står som lätt inses i närmaste samband med frågan angående deras beviskraft om förskjutningar i nivå mellan land och haf. Är torfven bildad ungefär på den plats, där torfstyckena upptrålats, skulle detta bevisa, att under så sen postglacial tid, som ofvan antydts, Kattegatts botten legat omkring ett fyrtiotal meter högre än nu. Af Kattegatt har i så fall mycket betydande delar varit land; jfr. fig. 3. Äro torfblocken dittransporterade på ena eller andra sättet äga de naturligen ingen beviskraft alls i berörda afseende, utan endast intresse från dynamisk geologisk synpunkt. ERDMANN diskuterar också dessa frågor. Han anför som stöd för antagandet, att de härstamma från en submarin torfmosse, att andra fynd tala för en nivåförändring af minst 25 *m* öster om Læsö, medan för sekundärt lagerställe i egentlig mening talar »torfstyckenas jämna och afrundade former — — — [äfvensom] en något tillplattad äggform» hos det ena stycket. Denna del af sin undersökning resumerar ERDMANN i orden: »Hvarhelst torfstyckenas hemklyft än må vara belägen, torde man kunna med tämligen stor visshet antaga, att desamma redan voro lösgjorda därifrån, då de infångades i trålen.» Däremot lämnar han frågan öppen om sannolikheten talar för längre transport eller om de kunna vara lösrifna bitar af någon submarin torfmosse. Exempel att stycken kunna ur dylika lösbrytas anføres efter N. HARTZ från Sylt.

Nu refererade undersökning har alltsedan den publicerats i hög grad intresserat mig, ty om det kunde ledas i bevis, att på detta djup i Kattegatt verkligen finnes torfmossar, från hvilka ifrågavarande prof lösgjorts, skulle åtskilliga växt- och djurgeografiska diskussioner, angående hvilka mening står mot mening, på ett vida mera afgörande sätt än hittills kunna besvaras. Jag planlade därför en förnyad och mera ingående undersökning af de delar af hafsbottnen, där

fynden gjorts. Emellertid företog jag, innan denna undersökning kom till utförande, på hösten 1913 en resa till Skagen, och fann därvid förhållanden, som öfvertygade mig om, att en dylik undersökning var skäligen onödig, därför att med all sannolikhet de i Kattegatt anträffade torfblocken voro stycken af s. k. martörv, hvilka genom hafserosionens verksamhetlösbrutits ur torflager på Jyllands nordvästligaste kustparti, rullats och afrundats under drift i nordöstlig riktning rundt Grenen vid Skagen och sedan förts vidare af hafsströmmarna ut i Kattegatt, där de till sist lagt sig till hvila på dju pare vatten.

De iakttagelser jag gjorde, och som stödja denna uppfattning skola här i korthet framläggas. För att de skola fullt förstås är nödvändigt lämna en kort öfversikt af förhållandena kring Skagen. Detta sker bäst genom att anföra några utdrag af den redogörelse A. JESSEN lämnar i beskrifningen till kartbladen öfver nordligaste Jylland i Danmarks geologiska undersöknings publikationer.¹

»I Klinterne ved Skiveren og derfra mod NØ. til henimod Gammel Skagen ses paa talrige Steder den bekendte Martørv som et sort baand, der danner Grænsen mellem Strand-sandet og det derover liggende Flyvesand. Martørven optræder ikke som ett kontinuerligt Lag, men er afbrudt paa mange Steder, dels ved de af Vinden udhulede Lavninger, hvis Bund dannes af de tidligere omtalte Stensletter, dels ved at den selv flere Steder tynder ud og helt forsvinder eller kun er repræsenteret ved et ubetydeligt, muldet Lag. Martørvens Mægtighed, der varierer en Del, overstiger sjælden 1,3 M. Undtagelsesvis kan den være temmelig konstant paa længere Strækninger, saaledes f. Eks. paa ett Sted mellem Studeli Rende og Kannesteder, som Fig. 17 viser.» (Denna figur återgives som fig. 4 här.) Paa Afbildningen ses Mar-

¹ I. Række, Nr 3 (1899), sid. 316—320.

tørven, der her ligger 11—12 M. o. H., som et sort, horizontalt Lag, dækket af et lige saa mægtigt Lag Flyvesand; store Blokke af den haarde, faste Martørv ere styrtede ned og ligge dels i Sandet paa Skrænten dels nede paa Stranden, hvor de bearbejdes af Havet, rulles, og som Rullesten enten indlejres i Havstokdannelserne, eller af Strøm og Bølger føres mod NØ. langs Kysten, ja endogsaa omkring Grenen og ned paa Landets Østkyst ved Skagen, et Bevis paa denne Tørve-masses Fasthed.

»Martørven er i Følge sit Indhold af Planterester almindelig Mosetørv, der senere ved Flyvesandets Ophobning oven paa er bleven komprimeret til en sort, haard, undertiden Brunkul-lignende Masse. Dens Udbredelse i denne Egn lader sig vanskelig bedømme paa Grund af det mægtige Lag Flyvesand, hvorefter den dækkes — — — — —

»Martørvens Sammensætning er allerede af JAPETUS STEENSTRUP¹ blevet udførlig undersøgt og beskrevet, det følgende er væsentlig et Uddrag af hans Arbejde. Martørven er for en stor Del, og som oftest i sin overste Del, Sphagnumtørv; de nedre Lag minde snarere om Sumptørv og indeholde en Mængde Aftryk af Kærplanter samt Blade og Grene af Pors, Bolle, Pil, Bævreasp og undertiden Eg. I det nordlige Parti er Højmosetørven den fremherskende, mod Syd, hvor Martørvens Mægtighed ogsaa som Regel er størst, er den grenfyldte Sumptørv almindelig og danner Martørvens nederste Parti. Undertiden kan dette nederste Lag endog faa fuldstændig Karakter af Skovmosetørv, dannet næsten udelukkende af Bævreaspens Stammer, Grene og Blade.

— — — — —

»Som tidligere nævnt er der paa Strandsandet under Martørven fundet Flintredskaber fra Stenalderen; i selve Martørven kendes ingen saadanne, derimod findes ret jævnlige

¹ JAPETUS STEENSTRUP: Om Martørven i det nordligste Jylland. — Naturhist. Tidsskr. II. Kjøbenhavn 1838—39.



Fig. 4. Strandbruken på Skagenhalföns västra sida mellan Studeli Rende och Kannesteder. De mörka lagren och klumparna är »martørv». Jfr omstående beskrifning. (Efter A. JESSEN.)

Bronzesager deri, hvad der allerede omtales af C. PINGEL¹, og hvorved Alderen for en Del af Martørven angives. Men selvfølgelig er ikke al Martørven lige gammel, de nedre Lag i den mellem Skiveren og Kannesteder og 10—12 M. o H. liggende Martørv maa være langt ældre end Martørven, der hviler paa det forholdsvis unge Saltvands-Alluvium ude ved Gammel Skagen. Kun Dannelsen af det øverste, sandfyldte Sphagnumlag og Tørvedannelsens derpaa følgende Afslutning maa paa hele Strækning være sket paa samme Tidspunkt, nemlig da den store Sandflugt begyndte.»

Såsom komplettering af ofvanstående har jag förnämligast att tillägga, att jag i martørven fann såväl här förut nämnda växtlämningar framförallt *ek*, men äfven andra såsom *al*, *tall*, *Menyanthes* m. fl. I flertalet af de undersökta lagren voro dock trädlämningar jämförelsevis sällsynta under det att *Phragmites* och svårbestämbara monokotyledona växtrester utgjorde hufvuddelen.

Stora mängder block af martørv iakttog jag på västra kusten af Skagenhalfön från Kannesteder till Grenen. Söder om denna, på halföns östra sida, upphörde de däremot fullständigt ett par hundra meter söderut. På själfva Grenen, alltså alldeles i Jyllands nordligaste punkt, voro de mycket talrika. Ur de på stället gjorda anteckningarna må följande anföras.

Blocken äro rikligast kring själfva Skagens udde (Grenen), där jag såg tjugtals, oaktadt »martørv» knappast torde finnas anstående, åtminstone i nämnvärd mängd, förrän söder om Gammel Skagen, 9 km härifrån utmed kusten i SV. Ute på själfva Grenen lågo stora block (ett mätt: $0.9 \times 0.8 \times 0.4$ m) och därjämte mindre i alla storlekar ned till centimeterstora. Vissa block voro rikare på trädlämningar än de torflager jag såg i fast klyfft, men hufvudmassan var alldeles samma välmultnade, på *phragmites*rhizom rika kärrtorf, som

¹ C. PINGEL: Om Diluviet og Alluviet i det nordlige Jylland. — Tidsskr. for Naturvidensk. V. Kjøbenhavn 1828. S. 139.



Fig 5. Några mindre torfstycken m. m insamlade vid Grenen på Skagen i september 1913. 1-4 rullade torfbitar; 5 ett stycke ved (tertiär?); 6 en bit af ett af bormusslor bearbetadt torfblock. Ungefär half nat. storlek.

utgjorde hufvudmassan af »martörv»-lagren. Äfven fossil ved fanns flerstädes. Ett stycke af denna (fig. 5: 5) har dock möjligen sitt ursprung från tertiära lager. Jag fann äfven ett block bearbetadt af borrhusslor» (fig. 5: 6).

I allmänhet var torfven så fast, att den rullats och afnötts ungefär som strandklapper af skiffer. Jag har i fig. 5 afbildat ett par hemförda stycken. Ett par block voro emellertid mindre fasta och tycktes i vattenhalt närmare motsvara det ena af de bägge block ERDMANN beskriver. Öfverhufvud taget visa de torfmassor, som träffades utmed Skagens udde, och som härstammade från »martörv»-lagren någon mil längre i sydväst, den allra fullständigaste öfverensstämmelse i alla afseenden med den torf, som uppdraggats från Kattegatts botten.

För att göra det högeligen sannolikt, att denna senare är »martörv» från förenämnda trakt, erfordras uppenbarligen blott ytterligare att kunna leda i bevis, att transport kan ske från Skagen österut i hafvet till de ungefär trettio till fyrtio kilometer aflägsna platser, hvarest torfblocken anträffades.

Torfven är så vattendränkt, att den icke flyter i ytan. Där- emot gör dess ringa tyngd, jämförd med vattnet, att den lätt nog sättes i rörelse äfven af ett föga starkt vågsvall, något hvarom man lätt kan öfvertyga sig genom att observera förhållandena kring Skagen.

Hvart taga nu de stora mängder större och mindre torfstycken vägen, som drifvas af vind och vågor i nordostlig riktning fram mot själfva Skagens udde? De drifva, som redan framhållits, icke vidare längs ostkusten af Jyllands nordligaste del. Därom har man fullgiltigt bevis däri, att redan vid Skagens samhälle icke finnes ett enda sådant torfblock. Där- emot drifva de ut i hafvet mot öster. I tvenne särskilda fall såg jag, hurusom två, några decimeter stora block rullade ut på djupare vatten för den sydvästliga vinden. Under andra vindförhållanden kunna de naturligen drifva i annan riktning, men väl värdt att ytterligare understryka är, att de uppen-

barligen aldrig drifva åter in mot den jylländska ostkusten. Sedan de kommit på så djupt vatten, att de ej nås af böljsvallet, skulle man ju förmoda, att de snart nog lade sig till ro. Men här kommer ännu en faktor till, nämligen den starka, salta bottenström, som förbi Skagen rör sig in mot Kattegatts djupare delar och vidare in i Östersjön. Det är uppenbarligen denna, tidvis åtminstone mycket kraftiga ström, som sprider de ofantliga massor af martörv-block, som under århundradenas lopp bortederats från martörv-lagren, öfver den vida svagt mot öster och nordost sluttande, flata hafsbotten, som utbreder sig på ett djup mellan 10--50 meter till några få tiotal kilometer österut från Skagen. Det är på denna med större och mindre torfstycken helt säkert rikligt öfversållade hafsbotten, som de ofvan beskrifna torfblocken äro upptrålade.

Om ifrågavarande ingående, salta bottenström föreligga talrika iakttagelser från de senaste årtiondenas hydrografiska undersökningar af de skandinaviska hafven. Sammanfattning af resultaten finnes dels hos M. KNUDSEN¹, dels hos G. EKMAN, O. PETERSSON och F. TRYBOM², till hvilkas arbeten härom hänvisas. En uppgift, som är af intresse för här diskuterade fråga, är den betydande hastighet, med hvilken den rundt Skagen ingående salta underströmmen kan röra sig och den transportkraft den härvid uppenbarligen bör äga, då det gäller ett så pass lätt material som torf. I sist citerade arbete meddelas, att »den hastighet, hvarmed underströmmen inför saltvatten i Östersjön, är ytterst växlande och ofta ganska betydlig. Den största hastighet, som de svenska expeditionerna hafva uppmätt hos djupvattnet i Kattegatt, uppgick till 61 centimeter i sekunden.»

Af det anförda lider det knappast något tvivel, att krafter

¹ Havets Naturlære. — Skrifter udg. af Kommiss. for Havundersøgelser. N:r 2 (1905), sid. 35 o. f.

² Resultaten af den internationella hafsforskningens arbete under åren 1902—1906. — K. Jordbruksdepartementet. XIV 1907, sid. 86. o. f.

finnas, som kunna transportera torf från Skagen ut på de djupare delarna af Kattegatts botten.

Jag vågar, på grund af allt som ofvan anförts, tro att man med hög grad af sannolikhet är berättigad anse, att de på bottnen af Kattegatt anträffade torfblocken ha sitt moderklyft i »martörv»-lagren på Skagenhalföns västra sida.

Ett egendomligt jordskred i västra Värmland.

Af

LENNART VON POST.

I slutet af augusti d. å. gick genom pressen ett meddelande om ett större jordskred, som någon tid förut inträffat å en mosse vid Korsbyn i Silleruds socken i västra Värmland. Angående förloppet sades: »Ett ögonvittne till händelsen har berättat, hurusom det plötsligt började koka och sjuda i mossen, som därefter under ett starkt dån sjönk. I nästa ögonblick öfversvämmades ett intilliggande större jordområde af dyjord.» Notisen leder ju tanken på ett s. k. Moorausbruch, och i förhoppning att få lära känna ett dylikt, f. ö. i så fall det första i Sverige, begaf jag mig, så snart omständigheterna tilläto, till platsen. Något Moorausbruch fann jag visserligen icke, men väl ett jordskred af rätt så säregen beskaffenhet.

Innan jag öfvergår till detaljbehandlingen af detta skred, torde en allmän orientering beträffande de viktigaste svenska jordskredstyperna vara på sin plats. Uttömmande kan denna framställning gifvetvis icke blifva, då den så godt som enbart grundar sig på min egen begränsade erfarenhet rörande dessa företeelser, om hvilka den svenska geologiska litteraturen, fränsedt A. G. NATHORST's i anslutning till en redogörelse för katastrofen i Zug publicerade sammanställning (NATHORST 1890), innehåller endast några få mera detaljerade och på verkliga undersökningar grundade meddelanden.

De jordskred, som tid efter annan inträffa inom södra Sve-

riges af mäktigare hafs- eller issjösediment täckta områden, låta sig i regel förklaras af dessa bildningars hydrogeologi eller, närmare angifvet, af de olika tillstånd beträffande konsistens och öfriga fysikaliska egenskaper, i hvilka jordarterna försättas genom det underjordiska vattnets påverkan. För kännedom om dessa jordarternas konsistensformer och deras beroende af vattenhalten äro ATTERBERG's undersökningar som bekant af grundläggande betydelse.

Vattnets inverkan på en jordart gestaltar sig grundväsentligt olika, allteftersom dennas hufvudbeståndsdel är sand, mjåla eller lera. Sand (och gröfre material) är permeabel och så godt som utan förmåga att kapillärt kvarhålla vatten, hvilket alltså passerar genom densamma utan att i nämnvärd grad förändra jordartens konsistens. Mjålan och leran däremot kunna kapillärt upptaga och behålla betydande mängder vatten, hvilka alltefter jordartens mekaniska sammansättning förlåna densamma olika slag af rörlighet.

Den vattenmättade eller — under vissa betingelser, t. ex. efter frysning — öfvermättade mjålan bildar en tjockflytande massa, hvilken, om aflopp finnes, söker sig ut genom detta i form af en vanligen helt långsamt framvällande slamström. Katastrofartade jordskred, vid hvilka dylik »flytlera» utgör den skridna massans hufvudbeståndsdel, torde icke förekomma i södra Sverige, där ju mjåla sällan bildar rena lager af större mäktighet. Däremot är det icke uteslutet, att de skikt af mjåla (och sand), hvilka ofta förekomma i den marina leran, genom sin vattenledande förmåga kunnat i högre eller lägre grad bidra till lerans uppblötning och till framkallandet af de nedan omtalade flytskreden. I stor utsträckning har emellertid den långsamma jordflytningen medverkat till utmodellerandet af de kvartära bildningarnas ytformer, ja t. o. m. i vissa trakter helt tryckt sin prägel på dessa (ravinlandskapen, HÖGBOM 1905; STEN DE GEER 1914).

De katastrofartade jordskreden synas vara bundna vid

de leror ATTERBERG (1915) betecknat som klibbplastiska. Dessa leror kännetecknas, såsom benämningen antyder, däraf, att klibbgränsen ligger mellan fasthetsgränsen (utrullgränsen) och flytgränsen, d. v. s. att de häfta vid t. ex. nickel och järn redan vid så låga vattenhalter, att deras konsistens ännu är plastisk (ATTERBERG 1911, 1912). De markundersökningar, hvilka af den af Kungl. Järnvägsstyrelsen tillkallade »Geotekniska Kommissionen» utförts längs vissa järnvägslinjer i västra Sverige, hafva gifvit vid handen, att hufvudmassan af dessa traktens lerterränger uppbygges af leror tillhörande denna typ.

Såsom först G. DE GEER i sitt särskilda yttrande till den s. k. Bohusbanekommitténs till Järnvägsstyrelsen 1909 ingifna betänkande framhållit, och såsom Geotekniska Kommissionens undersökningar inom Bohuslän, västra Västergötland och norra Halland ytterligare ådagalagt, hafva dessa traktens oftast flera 10-tal meter mäktiga marina lerlager, om de sandliga bottenlagren och de uttorkade ytlagren (torrskorpan) fränses, nästan genomgående en vattenhalt af 40—50 % (eller 75—100 viktsdelar vatten på 100 delar torr lera). Vid denna vattenhalt kunna dessa leror sägas vara mättade med vatten, och deras konsistens är trög- eller tjockflytande. Där leran utan täckande sandlager når dagytan, följa i ytlagren de ATTERBERG'ska konsistensformerna skiktvis under hvarandra. Den allra öfversta leran har fast konsistens, d. v. s. håller en vattenhalt lägre än utrullgränsens. Under denna följer en plastisk zon, som i sin ordning underlagras af den trögflytande leran. Utrullgränsens och flytgränsens läge låter sig i fältet utan svårighet bestämmas med en noggrannhet af c:a 0.2 m och ligga vanligen 0.8—1.0 m resp. 2.0—2.2 m under markytan. Vid Geotekniska Kommissionens borrhningar har utom dessa gränser klibbgränsen uppsökts och så godt som undantagslöst befunnits ligga mellan de båda förstnämnda gränserna eller vanligen c:a 1.5 m under markytan.

R. LIDÉN, som delvis ledt de för Geotekniska Kommissions räkning utförda fältundersökningarna, har fäst uppmärksamheten på ett förhållande, hvilket visat sig vara af största betydelse för förståelsen af en viss sida af lerlagrens statik. Mellan den homogent vattenhaltiga, trögflytande leran och torrskorpan, d. v. s. den del af lerbädden, hvars vattenhalt understiger flytgränsens, finnes nämligen nästan alltid en öfvergångszon af egendomlig, klimpig beskaffenhet, den s. k. klimpzonen. Denna zon, hvars bas kan nå 4 å 5 *m* djup under markytan, består af klumpar af fastare lera, som simma i en tjockare eller tunnare lervälling. Denna struktur uppkommer därigenom, att leran under torrare perioder genom torksprickor uppdelats i kantiga stycken, hvilka, när vatten vid nederbörd sipprat ned i sprickorna, afrundats och delvis uppblötts. Som den homogena, trögflytande leran under klimpzonen praktiskt taget är impermeabel, stannar det nedsipprade ytvattnet i klimpzonen och bildar en tidtals betydande grundvattenström, hvilken, i motsats mot det verkliga, i sandskikten under leran framgående, »långväga» grundvattnet, matas af den lokala nederbörden, och hvars styrka är direkt beroende af denna.

Det är lätt att inse, att klimpzonen, synnerligast efter nederbörd, måste utgöra ett förträffligt glidplan, på hvilka den ofvanliggande lermassan kan rutscha, om de topografiska förhållandena så medgifva, t. ex. då en lerterräng genomskäres af en floddal.

Också är en viss skredtyp, f. ö. den i västra Sverige utan gensägelse vanligaste, betingad af det nu skisserade förhållandet, nämligen den, för hvilken jag skulle vilja föreslå benämningen flackskred eller torrskorpeskred. Vid skred af denna art utrutschar från ett område, som kan uppnå flera *km*² areal, en vanligen blott några få *m* tjock lerkaka på ett ofta helt obetydligt lutande glidplan. I några närmare undersökta fall har jag kunnat konstatera, att detta sammanfaller med klimpzonen. Då flackskreden nå större omfattning och alltså större lermassor komma i rutschning, medsläpas större eller

mindre mängder af den trögflytande leran under den ursprungliga glidytan, och skredbotten arbetas mer eller mindre djupt ned under denna. Impulsen till flackskreden ges ofta af vattendragens stranderosion. Men långt från alltid; ty flackskred förekomma ej sällan i sådana lägen, att stranderosion är utesluten, t. ex. med botten högt upp i sidan af en djupt nedskuren floddal eller i raviner, i hvilka intet vatttendrag framrinner. Inom vissa områden, t. ex. längs Göta älf mellan Åkersström och Lilla Edet, förekomma spår af flackskred i sådan mängd, att en väsentlig del af den nutida älfdalens utformning måste skrivas på deras konto. Som historiskt bekanta exempel på skred af denna typ kunna nämnas skreden vid Intakan nedanför Trollhättan 1648, vid Partille 1683 och vid Säfvenäs 1892.

I en viss frändskap med flackskreden står den skredtyp, som kan benämnas flytskred. Vid dessa har lermassan till stort djup uppblötts och i form af slamströmmar runnit ut genom ett ofta nog helt trångt pass. Skreden vid Utsikten nära Saltkällan 1909 och vid Säm i Tanum 1902, båda i Bohuslän, tillhöra denna typ; likaså det väldiga och olycksdiga skredet i Værdalen natten mellan den 18 och 19 maj 1893, om ock vissa uppgifter i den brokiga litteraturen om det sistnämnda antyda en mellanställning mellan flackskred och verkligt flytskred. Vid skredet vid Utsikten (WESTERGÅRD 1910) hade en lermassa af c:a 70 000 m^3 runnit fram som en välling genom en 15 à 20 m bred, något slingrande, af berg och morän begränsad bäckdal, sköljt upp på dennas sidor till minst 3 m höjd och bredt ut sig öfver mer än 3 har af en nedanför liggande dalslätt. Utan tvifvel har skredet, såsom WESTERGÅRD antagit, betingats af den närmast föregående månadens osedvanligt rika nederbörd.

Gemensamt för de båda nu behandlade skredtyperna är att leran helt eller partiellt uppblötts och att markens stabilitet därigenom minskats. I motsats mot dessa typer, hvilka skulle kunna sammanföras under benämningen uppblötningsskred,

står en grupp af markförskjutningar, hvilka kännetecknas däraf, att ett underlag af homogent vattenhaltig, i trög- eller tjockflytande tillstånd befintlig lera icke förmått uppbära en naturlig eller påförd belastning, utan af denna undanpressats, till dess jämvikt inträdt. Jag kallar dessa skred undanpressningsskred. Ett gemensamt drag hos undanpressningsskreden och flytskreden är att verkligt glidplan saknas, medan ett dylikt vid torrskorpeskreden hör till förskjutningens betingelser.

De flesta hittills bekanta undanpressningsskreden stå i samband med järnvägsanläggningar och andra större byggnadsföretag. Raset vid Svartå grindar å statsbanedelen Göteborg—Alingsås d. 14 juni 1913 (Jonseredsrasets) torde vara det mest bekanta svenska fallet från senare tid och karakteristiskt för en viss typ af denna skredklass, till hvilken jämväl hör den fruktansvärda katastrofen vid Zug d. 5 juli 1887 (HEIM, MOSER och BRÜCKLI-ZIEGLER 1888; NATHORST 1890). Vid Jonseredsraset pressade den nära stranden af sjön Aspen under utfyllning varande banken för det nya dubbelspåret undan större delen af det intill 16 m mäktiga lagret af trög- eller tjockflytande lera. Den undanpressade massan utbredde sig på Aspens obetydligt lutande botten som en mycket låg kägla med yttre kanten mer än 400 m från sjöstranden före skredet. Bankutfyllningen drogs med ut i sjön. Inberäknadt efterskredet, hvilka framkallades däraf, att ett ojämnt, intill 3 å 4 m mäktigt lager af strandsand ofvanpå leran, sedan banken glidit ut, på enahanda sätt som denna dref undan sitt underlag af blötlera, torde en massa af ca 500 000 m³ vid detta tillfälle hafva varit i rörelse.

Liksom vid Jonseredsraset, där den blöta leran genom öfverbelastningen drefs ut åt det håll, där minsta motstånd mötte, nämligen ut i Aspen, ger dylik lera städse vika, då den utsättes för ett tillräckligt stort lokalt tryck. Saknas sidoaflopp, pressas leran upp omkring det belastade området i samma mån detta nedtryckes. Detta har ägt rum vid ett stort

antal punkter längs våra järnvägar, där dessa måst dragas fram genom lerterräng på bankar af mera betydande höjd. I många fall ha förskjutningarna afsiktligt framkallats och påskyndats, t.ex. genom öfverbelastning af bankarna och aflossande af kraftiga dynamitladdningar under dessa, nämligen då det gällt att för stabilisering af banan nedföra bankbasen till lerans fasta underlag. Vid dylika banksjunkningar drifves torrskorpan af de snedt uppskjutande lermassorna tillsammans i flytvalkar, liknande stelningskrustan på en i rörelse varande lavaström. Vid hvarje ny sättning af belastningskroppen hopskjutas en eller flera nya valkar utanför de äldre. Dessa bilda nämligen ett slags motvikt mot lerströmmens dragning mot ytan och tvinga densamma att delvis glida förbi och först utanför det redan deformationerade området söka sig mot ytan. Hela valksystemet drages härvid med utåt af den underjordiska lerströmmen, men lyftes samtidigt något i höjden. I ett af de fall, Geotekniska Kommissionen närmare undersökt, rörde sig ett system af punkter, som efter hvarje sättning noggrant inmättes i såväl vertikal som horisontal led, regelbundet snedt uppåt efter ytor, som i medeltal lutade 1:10. Markytans deformation har i flera af mig kända fall småningom nått ända till 200 å 300 m från den sjunkande banken. Underlagets lutning har vid dessa förskjutningar nästan ingen betydelse. Den trögflytande lermassans rörelser behärskas nämligen helt af hydrostatiska lagar och riktas, oberoende af lutningsförhållandena, städse mot det minsta motståndet.

Jordskred besläktade med dessa af större tekniska ingrepp framkallade markförskjutningar förekomma jämväl oberoende af dylika, ehuruval antalet närmare undersökta fall är mycket litet. Också torde naturliga undanpressningsskred vara betydligt mindre vanliga än torrskorpeskred och flytskred. Ett dylikt var emellertid skredet vid Smedberg d. 23 augusti 1911 (v. Post 1913: I).

Förloppet vid Smedbergsskredet var följande:

Ett lurfält, delvis täckt af strandsand, sluttade flackt, i

medeltal 1:25, mot en några meter nedskuren bäckdal. Området begränsades på två sidor af branta bergsluttningar. Mellan leran, hvars mäktighet var ända till 33 *m*, och dess underlag, berget, låg ett 1 å 2 *m* tjockt, rikligt grundvattenförande gruslager. Vattnet i detta steg längs berget midt emot bäcken nästan upp till markytan och infiltrerade klimpzonen inom ett område, där torrskorpan på grund häraf var ovanligt tunn. Af någon anledning, möjligen den torra väderleken sommaren 1911, genom hvilken sprickorna i torrskorpan vidgades och fördjupades och dennas sammanhang sålunda minskades, instörtade den högre liggande lerterrängen närmast berget till ett djup under den forna markytan af 8 å 10 *m*, och dref undan det djupare belägna lagret af trög- eller tjockflytande lera mot de lägre partierna kring bäckdalen. Dessa upplyftades, så att den gamla bäckfåran efter skredet stycketals återfanns 8 *m* öfver sitt förra läge. Samtidigt förskötes ytlagren under sträckning och sönderbrytning c:a 25 *m* i riktning mot bäcken. Företeelsen kan kort karakteriseras så, att ytan af den blöta leran, som förut stått i lutning under den så att säga uppgillrade torrskorpan, intog horisontalt läge. Järnvägen, som öfvertvärar skredområdet ungefär på midten, kunde, enligt hvad jag ansåg mig finna, icke genomsitt tryck hafva bidragit att framkalla skredet, möjligen därmot genom den skakning, hvari de förbirusande tågen försatte marken.

Det jordskred, som i det följande skall skildras, erinrar, hvad angår rörelsens karaktär och allmänna betingelser, i hög grad om Smedbergsskredet och de sjunkande järnvägsbankarna, om ock de yttre förhållandena tedde sig väsentligen annorlunda.

*

*

*

Den i tidningsnotisen omtalade mossen ligger på en af mariner lera uppbyggd dalslätt väster om Korsbyn c:a 2 *km* S om Silleruds kyrka (se topogr. kartbl. Arvika), ungefär 120 *m*

ö. h. Den är en typisk högmosse af elliptisk form och med en utsträckning af omkring 650 *m* i N—S och omkring 500 *m* i O—V. Randen bär en 20—30 *m* bred randskog och mossplanet¹ den vanliga regellösa blandningen af *Calluna—Empetrum—Cladina*- och *Eriophorum vaginatum—Scirpus caespitosus*-formationer. Mossen är högst i väster och höjdskillnaden mellan laggarna är omkring 6 *m*. Genom östra laggen framrinner i sydlig led en helt obetydlig bäck utan markerad fåra. I norr och öster omges mossen af odlade kärrtorf- och gyttjemarker.

Det var i nordöstra delen af denna mosse, som skredet inträffat, och dess spår voro tydliga nog (kartan fig. 1). Längs nära 500 *m* af mossens norra och östra kanter hade marken uppressats och sammanskjutits i valkar af den typ, som var mig väl bekant från undanpressningsskreden. I öster hade mossen skjutits ut öfver den odlade marken. Dennas ytlager hade därvid hopveckats till en 1 å 1.5 *m* hög valk, som efter en sträcka af omkring 200 *m* tvärbrant höjde sig öfver den orubbade hafvreakern framför. I norr sågos inga öfverskjutningar. Däremot var marken höjd intill 2 *m* och grässvålen sammanskjuten i en serie icke öfverstjälpta flytvalkar, den ena utanför den andra till nära 100 *m* bredd. Af slamströmmar, vare sig af dyjord eller lera, syntes däremot icke ett spår. Inom ett område om c:a 6 har, hvilket inåt mossen begränsades af en halfkretsformig, maximalt c:a 1 *m* hög, mjuk afsats, hade mossen tydligen satt sig. Här sågos talrika sprickor. Dessa sprickor bildade närmast afsatsen ett med denna jämnlöpande, koncentriskt system, som påtagligen uppkommit genom torflagrets sträckning vinkelrätt mot sprickorna. Dessas kanter voro här endast undantagsvis förskjutna mot hvarandra. Frammot mossens kant voro sprickor likaledes vanliga. Orienteringen var här dels parallell med moss-

¹ Med mossplan (motsvarande tyskans Hochfläche) förstår jag det centrala, vanligen plana paritet innanför en högmosses mot laggen brantare stupande rand (jfr. v. Post, artikeln Mosse i Nordisk Familjebok).

kanten, dels radierande utemot denna. Vertikala förskjutningar längs sprickorna äfvensom veckfrakturer voro här vanliga, och sprickor korsade hvarandra stycketals i ett sannskyldigt virrvarr. Denna del af spricksystemet var tydligen uppkommet genom sammanskjutning och uppressning af torflagret. Midt i det af skredet berörda området syntes så godt som inga sprickor. Mossen hade här rört sig i ett stycke utan deformerande rubbningar. Den nyssnämnda afsatsen, utanför hvilken inga sprickor eller andra tecken till störingar syntes, förtonade i NV mot mossens kant; i söder öfvergick den i en ungefär 100 *m* lång, rakt löpande spricka, på hvars norra sida torfinmassan tydligen rört sig mot östra mosskanten, hvarvid ett system af sträckningsprickor, snedt ställda mot den nyssnämnda sprickan, uppkommit. Sidoförskjutningens totala belopp kunde i skredets sydöstra hörn bestämmas till 10 à 15 *m*. Midt på skredfronten hade densamma sannolikt varit något större.

Rörande skredets förlopp saknar jag tyvärr alla meddelanden. Det i tidningsnotisen omtalade ögonvittnet uppsöktes, men hade endast sväfvande och allmänna uppgifter att lämna. Rörande den ordningsföljd, i hvilken förskjutningen ägt rum, förklarade han sig intet hafva iakttagit. Det enda han hade att meddela var att det hela gått mycket hastigt. En detaljutredning af förloppet torde f. ö. i detta fall vara af mindre betydelse för förståelsen af rörelsens natur.

Redan af skredets ytgestaltning framgår nämligen, att ett parti af mossen sjunkit och därvid pressat undan något djupare liggande, eftergifvande lager. Detta har drifvits ut mot mosskanten, upplyftat mossens mindre mäktiga randparti och delar af omgifvande kärrmark. Det sjunkna områdets ytligare lager har vid underlagets undanpressning sträckts och medsläpats, och de lyfta partierna vid skredfronten ha på grund häraf delvis hopveckats.

För att utreda, hvilket det eftergifvande lagret varit, uppborrade jag med HILLER's borr en profil genom mossen ungefär i skredets midtlinje (fig. 2). Denna profil visar, att mossens

hufvudmassa är ett mestadels omkring 6 *m* mäktigt lager af Sphagnumtorf, genom en typisk WEBER'sk gränshorisont delad i yngre och äldre Sphagnumtorf, den förra maximalt 2.5 *m* mäktig. Äldre Sphagnumtorfven blir i mossens centralparti nedåt gungflyartad och hvilar på 1.5 *m* elastik gyttja. Mot

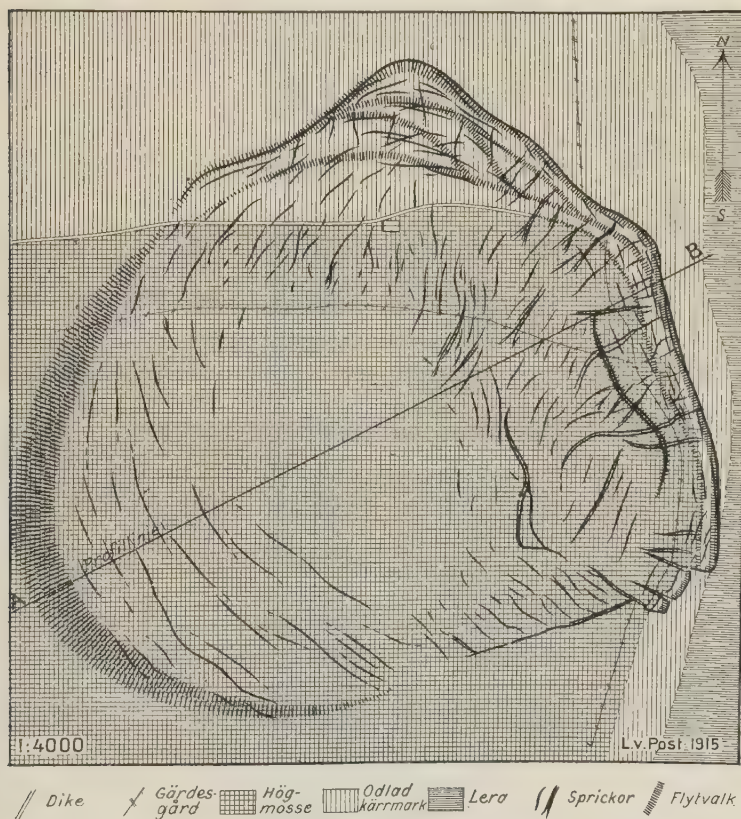


Fig. 1. Kartskiss öfver jordskredet vid Korsbyn d. 25 juli 1915.

kanterna underlagras Sphagnumtorfven af bäddar af löfkärrtorf — i öster dessutom starrtorf — hvilka utkila mot mossens centrum och tydligen äro bildade i laggarna till den transgredierande högmossen.

Tiden medgaf ej upptagandet af någon profil genom mossen utanför skredområdet. Emellertid torde det tack vare

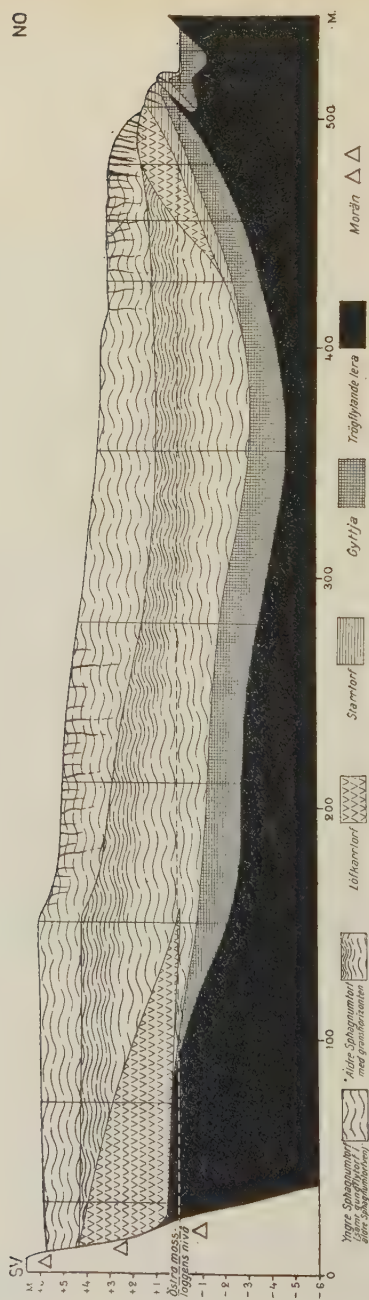


Fig. 2. Profil genom Korshymossen längs linjen A—B å kartskissen fig. 1.

mossens enkla byggnad vara möjligt att enbart å den föreliggande profilen afläsa åtminstone de gröfsta dragen af de förändringar skredet medfört. Det är sålunda först och främst tydligt att intet af mossens tre hufvudlager, den yngre Sphagnumtorfven, den äldre Sphagnumtorfven eller gyttjan utvalsats. Kontakterna såväl mellan dem som mellan gyttjan och den underlagrande, i trögflytande tillstånd befintliga marina leran äro endast i stort sedt likformigt böjda, och den sammanlagda mäktigheten, 8 *m*, är öfverallt oförändrad. Endast i östra randpartiet äro kontakterna brutna. Hela randpartiet är här uppböjdt af en under gyttjan ansatt, uppåtriktad kraft, — en strömning i leran — samt jämte något lera öfverskjutet öfver kärrmarkens delvis hopveckade starrtorf och gyttja.

Det undanpressade lagret kan alltså näppeligen hafva varit något annat än leran. Denna, hvilken som nämnt har trögflytande konsistens, har icke förmått bära tyngden af den minst 6 *m* mäktiga, vattendränkta torfmassa, som ligger högre än mosskanten, utan drifvits undan i riktning mot minsta motståndet, d. v. s. åt öster och norr. Torf- och gyttjelagren hafva härvid mjukt böjt sig och dragits åt sidan af det vikande underlaget, men synas icke på annat sätt hafva deltagit i rörelsen. Det djupaste intrycket i lerytan ligger just under den punkt, där Sphagnumtorfven har sin största iakttagna mäktighet, 6.5 *m*, och sammanfaller med det sprickfria område, inom hvilket såsom ofvan framhållits, mossen synes hafva rört sig i ett sammanhängandestycke. Detta parti har utgjort belastningskroppens tyngdpunkt.

Korsbyskredet är sålunda ett typiskt undanpressningsskred, till hela sina dynamik analogt med t. ex. Smedbergsskredet eller de sjunkande järnvägsbankarna. Skillnaden är endast, att belastningskroppen vid Korsbyn utgjorts icke af en järnvägsbank eller af leran själf utan af en vattendränkt högmosse.

Något säkert mått på mossytans sänkning har jag icke kunnat erhålla. På profilen låter sig sänkningens beloppet svårigen med tillfredsställande noggrannhet bestämmas, då mossens

ytform före skredet icke är bekant. Antages emellertid kontakten mellan gyttjan och torfven hafva legat någorlunda horisontalt och ungefär i nivå med gyttjans utkilande mot kanterna fås en maximisänkning af mindre än 3 *m*. Då afsatsen vid skredets inre gräns, där sänkningen ju bör hafva varit minst, är 1 *m* hög, torde sänkningen inom det mest sjunkna området sannolikt ligga närmare 3 än 1 *m*, men i hvarje fall mellan dessa tal. Ett visserligen ännu osäkrare men härmed väl öfverensstämmande resultat ger en beräkning grundad på följande af befolkningen observerade förhållande. Före skredet hade skorstenarna å den i 3 våningar uppförda c:a 15 *m* höga fattiggården vid Älgtån (söder om mossen) nätt och jämnt skymtats öfver mossen från den odlade torfmarken närmast utanför skredets nordfront. Efter skredet var hela huset synligt från samma punkt. Då afståndet från denna till skredområdets midtpunkt är ungefär $\frac{1}{10}$ af afståndet till fattiggården, skulle mossytans sänkning vara c:a 3 *m*, en siffra som väl åtminstone torde angifva dennas storleksordning.

Huru stor den undanpressade lermassan varit har jag heller icke kunnat afgöra. På profilen (fig. 2) är uppressningen i öster i jämförelse med den antagliga sänkningen af mossytan helt obetydlig. Det uppskjutna området vid norra skredfronten (kartan fig. 1) är också betydligt större, minst 1.5 å 2 *har*. Det synes vara att detta håll, som mestparten af den undanpressade leran drifvits. Då medelupplyftningen här öfverstiger 1 *m*, innehåller enbart detta område åtminstone 15 000 å 20 000 *m*³ utpressad lera. Den jordmassa, torfven och gyttjan inberäknade, som i allt varit i rörelse vid skredet, kan uppskattas till minst 50 000 å 60 000 *m*³.

Någon omedelbar anledning till skredet har icke kunnat påvisas, om icke möjligen den starka nederbörden veckorna föredetsamma, genom hvilken mossen blifvit än mera vattendränkt och dess tyngd ökats. Detta har emellertid i ännu högre grad varit fallet under tidigare nederbördsrika år, utan att något skred inträffat. I mossens norra randparti har under

de senaste åren torfströ uppskurits, men i så obetydlig utsträckning, sammanlagdt några hundra m^3 , att mottrycket härigenom knappast nämnvärdt minskats. Vid östra skredfronten har i alla händelser ingen dylik aflastning ägt rum. Företeelsen synes mig vara ett nytt exempel på de icke ovanliga fall, då ett labilt jämviktsläge förefunnits, ur hvilket plötsligt utan tydlig yttre anledning ett skred utlösts.

*

*

*

Efter en katastrof som den nu skildrade uppställer sig ju alltid frågan, genom hvilka åtgärder densamma skulle hafva kunnat förebyggas. I detta fall är svaret icke svårt att finna: En omfattande och tillräckligt djup dränering af det högt belägna mossplanet hade gifvetvis lättat mossen och därigenom åtminstone minskat risken för den underlagrande blöterans undanpressning. I nu föreliggande fall hade visserligen ett dylikt förslag sannolikt mött svåröfverstigliga hinder af ekonomisk art. Men det gifves i vårt land ett afsevärdt antal högmossar, hvilkas byggnad och läge göra utglidningskatastrofer af enahanda beskaffenhet som den vid Korsbyn möjliga.¹ Så snart det är möjligt, borde dylika mossar framför andra utdikas. Då, såsom vid Korsbyn, dessa mossar innehålla äldre och yngre Sphagnumtorf, och detta torde vara fallet i flertalet mossar af Korsbymossens topografi, kan utdikningen ekonomiseras genom ett kombineradt tillgodogörande af strötorfven (yngre Sphagnumtorfven) och brännторfven (äldre Sphagnumtorfven) efter det system, som tillämpats på norra Tysklands högmossar med så stor framgång. Härigenom skulle också icke obetydliga arealer, hvilka nu ligga som impediment, kunna förvandlas till fruktbar åkermark (jfr v. Post 1913: II, sid. 48).

¹ Ett liknande skred har meddelats mig från Frykeruds socken i Värmland.

Litteraturförteckning.

- ATTERBERG, ALBERT (1911): Lerornas förhållande till vatten, deras plasticitetsgränser och plasticitetsgrader. K. Landbruksakademiens Handl. och Tidskrift.
- — (1912: I) Jordslagens konsistens och styfleksgrader. Ibidem.
- — (1912: II) Studier öfver jordslagen. Sammanfattning. G. F. F. Bd 34.
- — (1915): Mineraljordarnas klassifikation efter deras konsistensformer och konsistensgrader. K. Landbruksakademiens Handl. och Tidskrift.
- DE GEER, STEN (1914): Niplandskap vid Dalälven. S. G. U. Ser. C. N:o 252 (Årsbok 1912: 6).
- HEIM, A.; MOSER, R.; BRÜCKLI-ZIEGLER, A. (1888): Die Catastrophe von Zug 5. Juli 1887. Zürich.
- HÖGBOM, A. G., (1905): Om s. k. »jäslera» och villkoren för dess bildning. G. F. F. Bd 27.
- JOHANSSON, SIMON (1914): Die Festigkeit der Bodenarten bei verschiedenem Wassergehalt nebst Vorschlag zu einer Klassifikation. S. G. U. Ser. C. N:o 255 (Årsbok 1913: 2).
- NATHORST, A. G. (1890): Om jordskredet vid Zug d. 5 juli 1887 samt meddelanden om några jordskred inom Sverige. Ymer Bd 10.
- VON POST, LENNART (1913: I): Jordskredet vid Smedberg i Bohuslän d. 23 aug. 1911. S. G. U. Ser. C. N:o 244 (Årsbok 1911: 6).
- — (1913: II): Über stratigraphische Zweigliederung schwedischer Hochmoore. S. G. U. Ser. C. N:o 248 (Årsbok 1912: 2).
- REUSCH, HANS (1901): Nogle optegnelser fra Værdalen. N. G. U. N:o 32.
- SÆTREN, G.: Kort over skredet i Værdalen med beskrivelse. Teknisk Ugeblad (separat).
- SVENONIUS, FR. (1914): Beskrivning till kartbladet Gamleby. S. G. U. Ser. Aa. N:o 147.
- WESTERGÅRD, A. H. (1910): Om jordskredet vid Saltkällan i Bohuslän. S. G. U. Ser. C. N:o 225 (Årsbok 1909: 8).

Zur Kenntnis der Vorgänge im Erdboden beim Gefrieren und Auftauen sowie Bemerkungen über die erste Kristallisation des Eises in Wasser.

Von

AXEL HAMBERG.

Viele Erscheinungen, die beim Gefrieren und Tauen des Erdbodens auftreten, sind von Alters her bekannt. In den letzten Jahrzehnten hat sich aber die Literatur über diesen Gegenstand bedeutend vermehrt, wohl in erster Linie angeregt durch die Beobachtungen, die während der NATHORST'schen Expedition nach Beeren Eiland, Spitzbergen und Kung Karls Land 1898 gemacht wurden. Durch die Spitzbergenfahrt des XI. internationalen Geologenkongresses in Stockholm 1910 wurde die Aufmerksamkeit mehrerer hervorragender Gelehrten verschiedener Länder auf hierhergehörige Erscheinungen gelenkt. Im folgenden Jahre wurde in der Berliner Gesellschaft für Erdkunde sogar eine lebhafte Diskussion über dasselbe Thema gehalten. Diese Studien blieben zwar nicht auf die auf Frost beruhenden Erscheinungen beschränkt, sondern widmeten sich verschiedenen, mit Durchnässen, Trocknen, Gefrieren und Auftauen in Verbindung stehenden Bewegungs- und Strukturerscheinungen der losen Erdschichten. Aus den letzten Jahren stammen mehrere systematische Übersichten hierhergehöriger Beobachtungen, unter denen diejenigen von SAPPER¹ und B. HÖGBOM² wohl die vollständigsten

¹ Erdfließen und Strukturboden in polaren und subpolaren Gebieten. — Internationale Mitteilungen für Bodenkunde 1914.

² Über die geologische Bedeutung des Frostes. — Bull. Geol. Inst. of Uppsala Vol. 12, 1914.

sind. Man kann diesen Zusammenstellungen entnehmen, dass auf dem fraglichen Gebiete eine stattliche Reihe Beobachtungen vorliegen, dass aber die theoretische Erklärung derselben manchmal viel zu wünschen übrig lässt.

Eindringen der Temperaturschwankungen in den Erdboden.

Das Eindringen der Temperaturschwankungen in den Erdboden ist von dem Wärmeleitungsvermögen und der spezifischen Wärme des Materiales abhängig. Die meisten kompakten Gesteine haben ein Wärmeleitungsvermögen¹ von etwa 0,005. In pulverförmigen, lockeren Ablagerungen, wo die Zwischenräume zwischen den Körnern etwa 30—50 % des ganzen Volumens betragen und von Luft ausgefüllt sind, kann das Wärmeleitungsvermögen bis auf $\frac{1}{100}$ desjenigen des kompakten Gesteins herabgesetzt sein. Wenn die Poren mit Wasser gefüllt werden, so steigt das Wärmeleitungsvermögen beträchtlich und kann sich dem Wert des kompakten Gesteins nähern. Gefriert das Wasser, so steigt die Wärmeleitung noch mehr und wird derjenigen der festen Gesteine ungefähr gleich. Die Wärmeleitungsfähigkeit des Wassers ist nämlich etwa 0,0015 und diejenige des Eises bei mässigen Kältegraden etwa 0,005.

Die spezifische Wärme der wichtigsten Gesteine scheint etwa bei 0,2, diejenige des Eises ungefähr bei 0,5 zu liegen. Für flüssiges Wasser ist diese Konstante = 1. Alle diese Werte beziehen sich auf Temperaturen in der Nähe von 0° und auf die Gewichtseinheit.

Rechnen wir mit gleichen Volumen von kompaktem Gestein, Eis und flüssigem Wasser, so müssen wir die zur Erwärmung der Gesteine nötige Wärmemenge verdreifachen, da das spezifische Gewicht derselben etwa bei 3 liegt. Nach Vo-

¹ = die Wärmemenge, die in der Sekunde per cm² zwischen zwei von einander 1 cm entfernten Ebenen übergeht, deren Temperaturunterschied 1° ist.

lumina berechnet wird die Wärmekapazität der Gesteine und des Eises ungefähr gleich und diejenige des Wassers nicht völlig doppelt so gross. In lockerem Material (Sand, Lehm usw.) tritt, da das Porenvolumen auf etwa 30 % des Gesamtvolumens geschätzt werden kann, kein besonders grosser Unterschied auf.

Diesen Daten kann man zunächst folgendes entnehmen: Trockene lockere Erdschichten müssen des Luftgehaltes wegen stark wärmeisolierend wirken und die darunterliegenden Schichten gegen die Temperaturschwankungen der Atmosphäre schützen. Wenn die auf etwa 30 Volumprozent geschätzten Zwischenräume zwischen den Körnern mit flüssigem Wasser gefüllt sind, ist die wärmeisolierende Wirkung der lockeren Erdschicht nur wenig grösser als diejenige des festen Gesteins. Sind die Zwischenräume von Eis ausgefüllt, so besteht in fraglicher Beziehung kein wesentlicher Unterschied gegenüber dem festen Gestein.

Wenn aber die Erdschichten Wasser oder Eis enthalten, so können die Verdampfungswärme des Wassers und die Schmelzwärme des Eises mit hineinspielen. Falls im Laufe einer Temperaturerhöhung Wasser aus der Erdoberfläche verdunstet, wird die Temperaturerhöhung im Erdboden abgeschwächt; während einer Temperatursenkung wird diese im Erdboden verstärkt.

Viel grösser dürfte aber die Einwirkung der Schmelzwärme sein. Ein *g* Eis verbraucht beim Schmelzen 80 Kalorien, und ebensoviel wird beim Gefrieren frei. Die Schmelzwärme ist also etwa 80 mal so gross wie die zum Erwärmen der gleichen Quantität Wasser um 1° nötige Wärmemenge und etwa 150 mal so gross wie die zum Erwärmen von Eis nötige Wärme. Wenn nasse Erdschichten Temperaturschwankungen ausgesetzt werden, die zu beiden Seiten von 0° liegen, so müssen die Fortleitung derselben durch die Schmelzwärme des Eises ausserordentlich verlangsamt werden. In der gefrier-

enden oder schmelzenden Schicht pflanzt sich die Temperaturveränderung nur äusserst langsam fort.

Hinsichtlich der Wärmeverbreitung im Erdboden dürfte man zwei Typen annehmen können:

A. *Verhältnismässig gleichmässige Wärmeverbreitung.*

Hierher gehören die Bodenschichten, wenn die Zwischenräume zwischen den Mineralpartikeln entweder mit Wasser oder mit Eis ausgefüllt sind und die Temperaturen entweder völlig über oder völlig unter 0° liegen. Die Schwankungen der Temperatur müssen sich dann etwa gleich schnell in feinkörnigem Boden wie in eingeschlossenen grösseren Steinen fortpflanzen.

B. *Ungleichmässige Wärmeverbreitung.*

Diese findet in trockenem Boden statt, der um so besser wärmeisolierend wirkt, je lufthaltiger er ist. Eingeschlossene Steine leiten viel schneller.

Eine ungleichmässige Wärmeverbreitung muss ebenfalls in gefrierendem oder tauendem wasserhaltigem Boden folgenderweise stattfinden. In der unmittelbaren Nähe der gefrierenden oder schmelzenden Schicht schreitet eine Temperatursenkung oder -steigerung äusserst langsam fort, während sich dieselbe oberhalb und unterhalb der Schicht sowie in eingeschlossenen Steinen verhältnismässig schnell fortpflanzt.

Über die Bildung von Eisfilamenten (= Kammeis, schwed.: Pipkrake).

Auf von Schnee unbedecktem feuchtem Boden können bei starkem Frost faserige Eismassen hervorschiessen, die häufig nach einer Seite umgebogen erscheinen. Solche Bildungen sind schon längst beobachtet worden von S. T. RIGAUD¹ auf nicht ganz getrocknetem Mörtel, von Sir JOHN HERSCHEL² auf

¹ 1821. Vergl. London and Edinburgh Philos. Magazine. Bd. 2, 1833, S. 190.

² Notice of a remarkable Deposition of Ice round the decaying Stems of Vegetables during Frost. L. a. E. Philos. Magazine. Bd. 2, 1833, S. 110.

frischen sowie auf verwelkten Pflanzen, von J. LE CONTE¹ und B. SCHWALBE² auf Böden verschiedener Art sowie auf Pflanzen, von R. PRINZ³ in zementierten Fugen zwischen den Ziegelsteinen einer Terrasse sowie von einer ganzen Reihe anderer älterer Forscher. In Schweden sind diese Bildungen von H. HESSELMAN⁴ und B. HÖGBOM⁵ erwähnt worden.

Die meisten Verfasser scheinen darüber einig zu sein, dass diese Eisfilamente nicht im Inneren der Pflanzen oder unter der Erdoberfläche entstehen und nicht etwa durch die Ausdehnung des Wassers beim Gefrieren aus dem Inneren hervorgepresst werden. Bei der Bildung sitzen sie ganz lose auf der Oberfläche der Gegenstände. Unter den Böden sind Ton und Humus die für ihre Bildung geeignetsten Bodenarten.

Es sind verschiedene Versuche zur Erklärung der Eisfilamente gemacht worden. LE CONTE dachte sich (1850), dass infolge der etwa konischen Mündung der kleinen Löcher im Boden oder an den Pflanzen bei der Ausdehnung des Wassers beim Gefrieren eine Kraft entstehe, die das Eisprisma hervorschiebe.

Eine andere Erklärung, der sich H. HESSELMAN angeschlossen hat, ist bereits 1860 von dem berühmten Pflanzenphysiologen J. SACHS⁶ aufgestellt worden. Körper, die viel Wasser aufsaugen, umgeben sich mit einer dünnen Schicht von Wasser. Wenn diese Schicht gefriert, bildet sich zwischen

¹ Observations on a remarkable Exudation of Ice from the Stems of Vegetables, and on a singular Protrusion of Ice Columns from certain kinds of earth during frosty weather. — London, Edinburgh a. Dublin Philos. Magazine. Bd. 36, 1850.

² Ueber Eisfilamente. — Meteor. Zeitschr. Bd. 2, 1885.

³ Production de filaments de glace à la surface du sol. — Ciel et Terre, Juli 1885.

⁴ Studier öfver skogsväxt å mossar. — Skogsvårdsföreningens tidskrift 1907, S. 32.

⁵ Über die geologische Bedeutung des Frostes. — Bull. Geol. Inst. Upsala. Bd. 12, 1914.

⁶ Krystallbildungen bei dem Gefrieren und der Veränderung der Zellhäute bei dem Auftauen saftiger Pflanzenteile. Ber. d. mathemat.-physischen Klasse d. K. Sächs. Gesellsch. d. Wissenschaften Bd 12, 1860.

der Pflanzenwand und der Eisschicht eine neue Wasserschicht, die ihrerseits auch gefriert. In dieser Weise geht es fort; das Wasser wandert aus den Zellen der Pflanze und bildet Stengel von Eis, die der Oberfläche der Pflanze aufsitzen.

Die Eisfilamente auf Ton und Humusböden.

Die Theorie von SACHS wendet HESSELMAN auf die Bildung der Pipkrake der nordischen Hochmoore an. Die äusserste Oberflächenschicht ist meist einigermaßen trocken und gefriert zuerst. Darunter kommt eine Wasserschicht, die die gefrorene Kruste von dem nassen Torf trennt. In dieser Wasserschicht bildet sich fast reines Eis, das in vertikaler Richtung anwächst, indem neues Wasser immerfort aus dem Torf herauswandert und dann gefriert. Dieses Eis bildet poröse vertikalstengelige Massen, die eine dünne gefrorene wasserarme Torfschicht tragen (vergl. Fig. 1). Unterhalb des porösen vertikalstengeligen Eises ist der Torf ungefroren selbst in kalten Wintern, was auf das wärmeisolierende Vermögen des lufthaltigen Eises zurückzuführen sei.

Meiner Meinung nach sind diese Theorien von SACHS und HESSELMAN der Hauptsache nach richtig. Mir scheint jedoch die Annahme einer Schicht reinen Wassers (wenn die Verfasser wirklich das gemeint haben) an der Oberfläche der Pflanzen und zwischen dem trockenen und feuchten Torfe

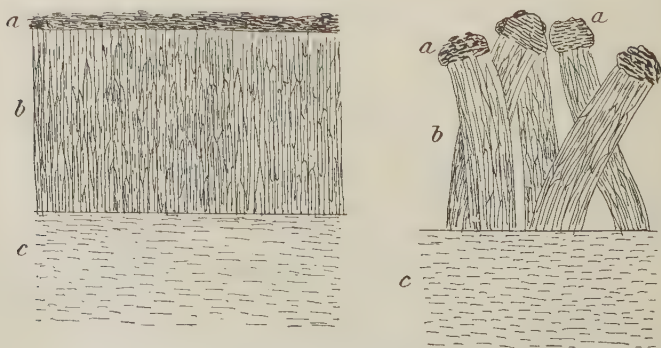


Fig. 1. Schematische Bilder von Eisfilamenten (Pipkrake): a gefrorener Torf, b poröses Eis, c nicht gefrorener Torf. Nach HESSELMAN.

nur eine Arbeitshypothese zu sein, die zu stande gekommen, ist, um die Erklärung zu ermöglichen. An und für sich ist es nicht wahrscheinlich, dass der Torf oder die Pflanzen sich mit einer solchen Schicht reinen Wassers umgeben.

Der Zellsaft der Pflanzen enthält eine Menge organischer und anorganischer Verbindungen gelöst, und es ist nicht möglich, dass die Pflanze durch die Zellenwände oder durch die Spaltöffnungen der Blätter reines Wasser ausscheiden kann; verschiedene gelöste Stoffe müssen mitgehen. Dann erklärt sich aber die Wanderung des Wassers vom Inneren der Pflanze nach den an der Pflanzenoberfläche sich ausscheidenden Eisstengeln hin durch einen infolge des Gefrierens des Wassers vermehrten osmotischen Druck.

Der Vorgang, der die Ausscheidung der Eisfilamente auf nassem Humusboden herbeiführt, ist meiner Meinung nach ähnlich, aber einfacher, insofern als das Eis durch keine Membran von der wasserspendenden Substanz getrennt ist. Der Humus ist eine Mischung verschiedener organischer Verbindungen ganz überwiegend kolloidaler Natur.¹ Diese Kolloide quellen in Wasser stark und bilden dabei halb feste Lösungen (Gallerten), während gleichzeitig überschüssiges Wasser schwache kolloidale Lösungen bildet, die als braune Moorwasser wegfließen. Wenn eine Torfgallerte hinreichend niedrigen Temperaturen ausgesetzt wird, kristallisiert reines Eis aus der Gallerte aus und die Gallerte wird »konzentrierter«, genau in derselben Weise, wie Eis sich aus einer Salzlösung ausscheidet und letztere dabei konzentrierter wird. R. E. LIESEGANG² hat durch Abkühlen stark wasserhaltiger Gelatine Eiskristalle darin erzeugt, die beim Verdunsten ausgezeichnete Abdrücke ihrer Gestalt hinterlassen. Wie in der Salzlösung, so tritt auch in der Gallerte eine Gefrierpunktserniedrigung auf. Wie gross diese ist,

¹ Vergl. S. ODÉN, Kolloidkemiska undersökningar öfver humusämnen. — Arkiv för Kemi, Mineralogi o. Geol. Bd. 4, Nr 24.

² Wo. OSTWALD, Die Welt der vernachlässigten Dimensionen, S. 91. Dresden 1915.

dürfte unbekannt sein; sehr gross ist sie jedenfalls nicht, könnte aber möglicherweise etwa einen Celsiusgrad betragen.

Für die Bildung der Eisfilamente dürfte eine obere trockene Schicht bedeutungslos sein. Die Hauptsache ist ein grosser Wassergehalt des Humus. An der Oberfläche desselben scheidet sich das Eis etwa in derselben Weise aus wie auf einer Wasserfläche. Es scheinen sich in beiden Fällen Kristalle mit senkrechten Hauptachsen auszubilden. Wie im Wasser die anwachsenden Kristalle die Mutterlauge von sich schieben, so dürften die anwachsenden Eisfilamente die Oberfläche der immer konzentrierteren Humusgallerten herabdrücken. Die Annahme, dass die Oberfläche des Torfes sich in unveränderter Höhe erhalte und die stengelige [Eisschicht in ihrer ganzen Dicke darüber *gehoben* werde, dürfte *nicht* richtig sein.

Etwa wie Torf dürften sich auch sehr feine Tone beim Gefrieren verhalten, wenn sie genügend viel Wasser enthalten. Feine Tone quellen mit Wasser auf wie die echten kolloiden Stoffe und bilden zähe, stark klebende Massen, aus denen der Frost gewiss Eis in derselben Weise aus dem Humus ausscheiden kann, d. h. in der Form von Eisfilamenten. Durch die Ausscheidung von Eis wird der Ton allmählich trockener. Wie in einer Salzlösung und in einer Gallerte muss auch im Ton eine Gefrierpunktserniedrigung eintreten. Diese soll nach WOLFGANG OSTWALD¹ 0°,7 betragen können. Hiermit ist nicht eine eventuelle Unterkühlung gemeint, die selbstverständlich viel grössere Beträge annehmen kann.

In Zusammenhang mit der kolloidalen Beschaffenheit der Torfe und der Tone steht eine Frage von grösster praktischer Bedeutung, nämlich ihre Drainierung. Wenn der Torf eine Gallerte ist, die in Berührung mit Wasser quillt, so scheint eine Entfernung des Wassers durch Abflussgräben aussichtslos, denn von einer Gallerte etwa wie gequollener Gelatine oder gequollenem Leim tropft das Wasser nicht ab. Wenn der

¹ Die Welt der vernachlässigten Dimensionen, S. 60. Dresden 1915.

Torf keine homogene Gallertstruktur besitzt, sondern daneben eine gewisse Krümelung oder Porosität zeigt, so ist eine Drainierung durch Abfluss von Wasser schon möglich. Liegt aber eine homogene Gallerte vor, so dürfte Wasser hauptsächlich nur von der Oberfläche abfliessen können. Auf horizontalem oder konkavem Boden dürfte dann die Entwässerung des Torfes fast nur durch Verdunstung oder durch Ausfrieren von Eis zustande kommen. Es dürfte bekannt sein, dass die Moore die Niederschläge ausserordentlich fest halten und nur wenig Wasser abfliessen lassen. Dies scheint besonders mit den Sphagnummooren der Fall zu sein.¹

Eisfilamente auf gröberen Bodenarten.

Wenn stengeliges Eis auch wirklich auf grobkörnigerem Boden entstehen kann, so muss seine Bildung eine andere sein als auf dem Humus. Der trockene Sand quillt nicht

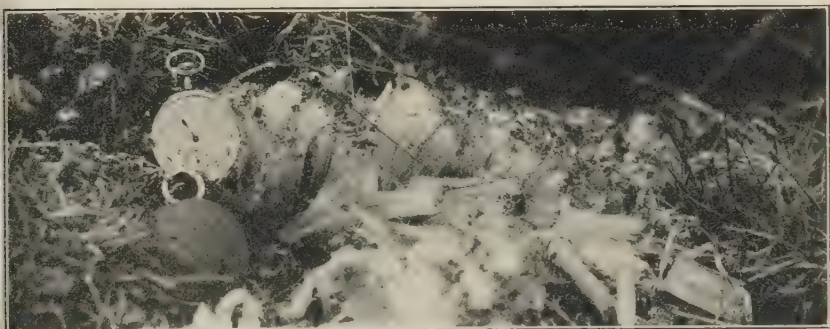


Fig. 2. Eisfilamente oder Pipkrake von Gustafs in Dalarne. Nach BERTIL HÖGBOM.

beim Feuchtwerden, und der nasse Sand kann sich deshalb beim Gefrieren auch nicht konzentrieren oder zusammenziehen, um für die Ausscheidungen von Eis Platz zu bereiten.

Eine andere Entstehungsart ist aber denkbar, die auf der Ausdehnung des Wassers beim Gefrieren beruhen würde.

¹ Vergl. HJ. VON FEILITZEN in Svenska Mosskulturföreningens Tidskrift 1915, S. 105.

Eine solche Erklärungsweise gibt W. PRINZ¹ bezüglich der Bildung von Eisfilamenten in den Fugen der Pflastersteine auf einer Terrasse (des Observatoriums zu Uccle?). Er denkt sich, dass das Eis in gefrorenem Zustande aus den engen Mündungskanälen der inneren Hohlräume infolge eines beim Gefrieren entstandenen Druckes hervorgepresst wird. Möglicherweise kann ein solcher Vorgang in seltenen Fällen sich abspielen. Gewöhnlich dürfte aber beim Gefrieren von wassergefüllten Hohlräumen, die durch enge Kanäle mit der äusseren Luft in Verbindung stehen, eine sog. Frostsprengung stattfinden.

In homogenen lockeren Sandböden ist bei gleichmässigem Gefrieren der Oberfläche eine Hervorpressung von Eisfilamenten infolge der Volumvergrösserung beim Gefrieren nicht denkbar. Stattdessen muss sich die gefrorene Schicht, die sowohl Eis als Sandpartikeln enthält, ausdehnen. Wenn aber das Gefrieren nicht gleichmässig stattfindet, ist die Sache schon eher möglich. Man könnte sich denken, dass, wenn an vereinzeltten Punkten Laub oder andere wärmeisolierende Gegenstände liegen, das Gefrieren daselbst erschwert wird, und dass infolge einer Druckvergrösserung beim Gefrieren des grössten, gegen die Abkühlung nicht geschützten Teiles der Erdoberfläche Wasser durch die ungefrorenen Stellen hervorgepresst werden könnte, das dann in der kalten Luft zu stengeligem Eis gefröre. Jedenfalls würde ein solcher Vorgang ein seltener Ausnahmefall sein.

Ist der Sandboden nicht gleichkörnig, sondern enthält er leh-mige oder humusreiche Partien so dürften an letzteren Eisfilamente durch die im Vorhergehenden geschilderte Kristallisation entstehen können.

¹ l. c. Einen Abdruck dieser in Schweden nicht aufzutreibenden Abhandlung verdanke ich Herrn A. B. DOBROWOLSKI.

Die Bildung der Schuttinseln in den lappländischen Hochgebirgen.

Die hohen Berge von Schwedisch-Lappland sind meist vom Frost derartig zersprengt, dass fester Felsen häufig kaum sichtbar ist. Die losgesprengten Stücke sind meist gross und liegen, wo die Oberfläche nur schwache Neigung zeigt, ungefähr in ihrer ursprünglichen Lage. Wo der Untergrund aus verschiedenen Gesteinen der Amphibolitformation besteht, findet man, dass die losen Blöcke der verschiedenen Gesteine auf der Gipfeloberfläche dem Untergrund entsprechende Figuren bilden.

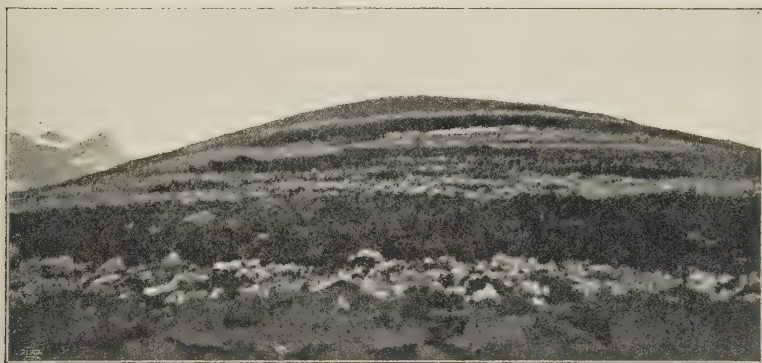


Fig. 3. Die Verwitterungsprodukte der flachen Felsenmeere der Gipfel bleiben liegen und zeigen die stratigraphische Zusammensetzung des Untergrundes. Aus dem Pärtetjåkko bei etwa 1,800 m. Verf. phot. 9. Juli 1909.

In diesen »Blockmeeren« trifft man jedoch häufig rundliche Flecke von kleine Steine enthaltendem Lehm an. Diese Schuttinseln, die einen Durchmesser von etwa 1 m zu haben pflegen, kommen meist vereinzelt vor, hie und da bilden sie kleine Kolonien von einer geringen Zahl Individuen.

Woher diese vereinzelt Schuttinseln im Blockmeere gekommen sind, ist noch ein Rätsel. Man könnte sich zwei Möglichkeiten denken:

1) Die Schuttinseln sind Reste leichter verwitternder erratischer Blöcke. Es ist möglich, dass eine solche Bildungsweise vorkommt, ich glaube jedoch nicht, dass sie die normale ist, denn in den Blockmeeren von Amphibolitgesteinen trifft man vorzugsweise kleine Amphibolitsteine in den lehmartigen Massen der Schuttinseln an.



Fig. 4. Schuttinseln auf dem Pärtetjälko. Verf. phot. Juli 1909.

2) Der Lehm war ursprünglich gleichmässiger zwischen den grösseren Steinen der Blockmeere verbreitet, ist aber nunmehr durch einen Konzentrationsprozess vorzugsweise in den Schuttinseln gesammelt.

Die Verhältnisse, unter denen die fraglichen Bildungen in der Natur auftreten, sprechen mehr für letztere Auffassung. Es bleibt dann übrig nachzuweisen, wie eine solche Konzentration möglich sei. Bei den Konzentrationen von kleineren vereinzelt Partikeln zu grösseren Haufen spielen in der Natur molekulare Kräfte eine Hauptrolle, so z. B. bei der Bildung von Kalkknollen in Tonschiefern, bei dem Wachstum der Kristalle, bei schwebenden Tropfen, lebenden Organismen usw.

Da die Schlammpartikeln nicht in Lösung gehen, können sie sich nicht wie Kristallmoleküle anhäufen, wohl aber kann im Schlamm ausgeschiedenes Eis wie ein Kristall fortwachsen und neue Eismoleküle mit sich vereinigen. Konzentrationen oder Konkretionen von Eis würden also in dieser Weise entstehen können; an und für sich können solche doch keine Konzentrationen von steinigem Schutt oder Lehm herbeiführen. Auch dürfte ein Wachstum der Tonflecke auf Grund einer Oberflächenspannung kaum möglich sein, da es sich um Tonmassen handelt, die im Querschnitt $\frac{1}{2}$, 1 oder mehr *m* betragen.

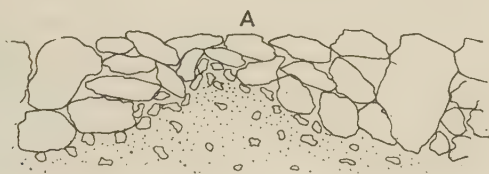


Fig. 5. Schematisches Bild von Schuttmassen im unteren Teile der Blockmeere.

Ein naheliegender Erklärungsgrund wäre in der Ausdehnung des Wassers beim Gefrieren zu suchen. Man könnte sich da zuerst die Schuttinseln als durch einen Überdruck von unten hervorgepresst denken. Nehmen wir an, dass der Schutt eine kontinuierliche Schicht bilde, deren Oberfläche mit grösseren Steinen beladen ist, etwa in der Weise, wie es über grosse Areale der lappländischen Hochebenen hin und auf arktischen Tundren häufig der Fall zu sein scheint. Wenn nun die Oberfläche des Schuttes nicht der Oberfläche der Blockmassen etwa parallel läuft, sondern sich an gewissen Punkten letzteren, z. B. durch Anschwellungen wie bei A in der Fig. 5, nähert, und man beweisen könnte, dass diese Erhabenheiten in der Schuttmasse durch den beim Gefrieren entstandenen Druck anwachsen könnten, so würde die fragliche Erklärungsweise bestätigt. Aber damit die Erhabenheiten des Schuttes durch einen Überdruck von unten anwachsen sollten, müsste man voraussetzen, dass die im Anfang des Herbstes gebildete

Eisschicht in den Vertiefungen des Schuttes dicker wäre als an den Erhebungen. In diesem Falle könnte nämlich der vermehrte Druck in den tiefer liegenden Schuttmassen die Erhabenheiten vergrössern, weil sie einen geringeren Widerstand leisteten. Allein es ist nicht wahrscheinlich, dass die erste Eiskruste der Erhebungen dünner ist als diejenige der Vertiefungen, sondern vielmehr das Gegenteil.

Der Vorgang muss also ein anderer sein. Der einzig mögliche, den ich habe ergründen können, ist folgender:

Wenn die Schlammassen, die zuletzt die Schuttinseln bilden, anfänglich ein gleichmässigeres Lager hauptsächlich im unteren Teile der Blockmassen gebildet haben und die Oberfläche des Schuttes vereinzelte Erhabenheiten, etwa wie bei A in der Fig. 5, gehabt hat, so ist es wahrscheinlich, dass im Anfang jeder Frostperiode die dickste Gefrierkruste sich an diesen der Oberfläche am nächsten liegenden Erhabenheiten bildet. Diese Kruste hat eine gewölbeartige Form, und kann man nachweisen, dass die Kruste sich im Laufe des Gefrierprozesses *ausdehnt*, so hat man eine Erklärung für die fragliche Erscheinung gefunden. Da die Kruste wohl häufig luft- und wasserdicht ist, würde die Erklärungsweise darauf hinauslaufen, ein *Hinaufpumpen* des Schuttmateriales von unten anzunehmen.

Das Gefrieren einer Wasserfläche.

Bei der Abkühlung einer Wasserfläche unterhalb 0° scheiden sich Eiskristalle aus, die *keine bestimmte kristallographische Orientierung* haben. Die Vorstellung, dass die Eiskristalle schon bei anfangendem Gefrieren eine bestimmte kristallographische Orientierung hätten, und zwar in der Weise, dass die Hauptachsen zur Abkühlungsfläche senkrecht stünden, scheint mit dem tatsächlichen Verhalten im allgemeinen nicht übereinzustimmen.

Am 12. April 1909 nahm ich eine Untersuchung des in der vorhergehenden Nacht (bei der die Lufttemperatur bis auf $-7^{\circ}.8$

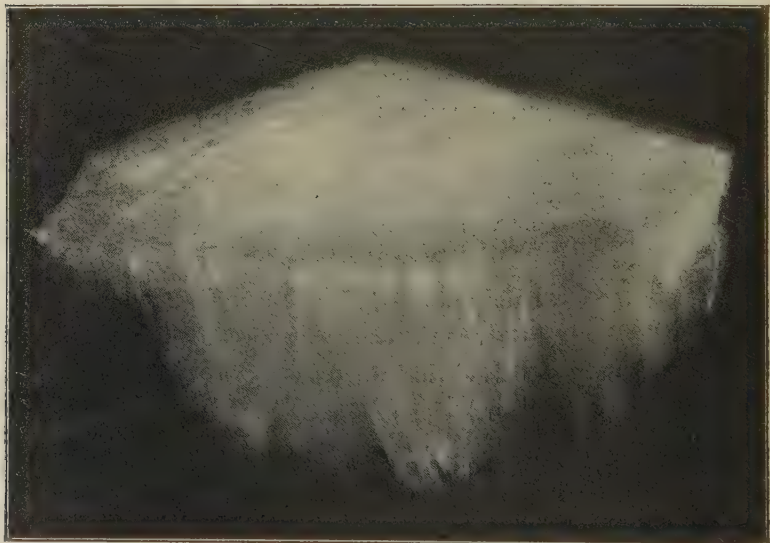
sank) auf dem durch Uppsala fliessenden Fyriså neugebildeten ganz porösen Eises vor. Ein Stück davon ist in der Fig. 6, wo die obere ebene Fläche der Wasseroberfläche entspricht, in etwa $\frac{1}{4}$ der natürlichen Grösse wiedergegeben. Das Gerüst besteht aus tafelförmigen Kristallen, die meist beinahe senkrecht zur Wasserfläche stehen. Die optische Untersuchung der Kristalle lehrte, dass senkrecht zur Tafelfläche eine positive Achse austrat. Die Kristalle waren folglich als mit der kristallographischen Hauptachse etwa horizontal orientierte basale Tafeln entwickelt. Eine genau bestimmte kristallographische Orientierung konnte aber weder in Bezug auf die Wasserfläche noch in der Verwachsung der verschiedenen Individuen mit einander nachgewiesen werden. Die linienförmigen Abschnitte mit der Wasseroberfläche kreuzten sich unter allen möglichen Winkeln, und die Tafeln waren keineswegs genau, sondern nur annähernd senkrecht orientiert. Meine Ansicht, dass die zuerst ausgeschiedenen Eiskristalle keineswegs mit ihren Hauptachsen zur Wasseroberfläche senkrecht orientiert sind, findet auch in Arbeiten von E. VON DRYGALSKI¹ und E. VON CHOLNOKY² eine Stütze.

Solche poröse Eiskristallmassen wie die in Fig. 6 abgebildeten sind offenbar labile Gebilde, s. g. Kristallskelette, die durch eine sehr rasche Kristallisation aus einer unterkühlten Wassermasse entstehen. Der Vorgang dürfte folgender sein. Die Wasseroberfläche wird durch die nächtliche Ausstrahlung sowie durch Berührung mit kalter Luft abgekühlt. Bevor Kristallisation eintritt, muss eine gewisse Unterkühlung vorliegen. Wenn diese einen genügend grossen Betrag angenommen hat, tritt Kristallisation an einer grossen Zahl etwa gleich weit von einander entfernter Punkte ein, und in dem mit Eismolekülen übersättigten Wasser wachsen die Kristalle

¹ Grönland-Expedition der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1891—1893. Bd. I, S. 411. Berlin 1897.

² Das Eis des Balatonsees. — Resultate der wissenschaftl. Erforsch. d. Balatonsees, Bd. I. Teil 5, Sect. IV, S. 38. Budapest 1909.

sehr schnell aus. Da die Basis die einzige widerstandsfähige Fläche des Eises zu sein scheint, bilden sich tafelförmige Kristalle aus. Eine kristallographische Orientierung in den Kristallisationszentren kann kaum vorhanden sein, deshalb sind die Kristalltafeln nach allen möglichen Ebenen orientiert. Diejenigen, die zur Wasseroberfläche etwa parallel orientiert



Verf. phot.

Fig. 6. Gerüst von basalen, beinahe senkrecht zur Wasseroberfläche stehenden Eiskristallen, auf dem Fyriså in Uppsala 11.—12. April 1909 gebildet.

sind, wachsen bald mit anderen zusammen und können darum nur an Dicke zunehmen. Diejenigen, die etwa senkrecht stehen, wachsen dagegen nach unten unbehindert fort, an der Unterseite der porösen Masse ragen diese Tafeln heraus und machen den Eindruck als ob sie dominierten.

Die erste Kristallisation im gefrierenden Wasser bildet — wenigstens unter Umständen — eine Ausnahme von der alten Regel, dass die Eiskristalle mit ihren Hauptachsen zur Abkühlungsfläche senkrecht stehen. Wie diese erste unregelmässige Kristallisation in die als normal angesehene Anordnung übergeht, scheint unbekannt zu sein. Ich glaube die

Sache geht folgenderweise vor. Die Oberflächenspannungen aller Kristallflächen des Eises mit Ausnahme derjenigen der Basisfläche sind im Wasser verhältnismässig gross, deshalb bildet sich hauptsächlich die Basisfläche aus. Im Kristallskelett der Fig. 6 sind ja auch sämtliche Kristalle nach der Basis äusserst dünn tafelförmig. Ein dickes Gerüst solcher Kristalle war der für die gegebenen Bedingungen geeignetste Kristallisationstypus. Allein dieser Typus kann nicht stabil sein. Nachdem die Unterkühlung durch die Ausscheidung von Kristallen beseitigt ist, hält die Kristallisation mit der Abkühlung gleichen Schritt und schreitet hauptsächlich nur von der Oberfläche aus fort. Da alle Kristalle nach der Basis tafelförmig sind und nur diejenigen, deren Hauptachsen senkrecht zur Wasseroberfläche stehen, mit dieser zusammenfallen können, so geht die fortgesetzte Kristallisation von ihnen aus. Die dünnen, fast senkrecht stehenden Tafeln können die Abkühlung der grossen Distanz wegen nicht nennenswert leiten. Die zur Wasseroberfläche parallel orientierten Tafeln übernehmen fast die ganze fortgesetzte Kristallisation; es ist sogar möglich, dass die nach unten weit hinausragenden Tafeln allmählich verzehrt werden, weil ihre schmalen Randflächen weniger widerstandsfähig sind als die Basisflächen der horizontal orientierten Tafeln. Letztere dagegen sind äusserst günstig begrenzt, denn an ihnen kommen die Pyramiden- und Prismenflächen überhaupt kaum vor. An der ebenen Unterseite der Eisdecke eines Sees dürfte, nachdem die zuerst ausgeschiedenen, nicht orientierten Kristalle in orientiertem Eis eingeschlossen sind, fast nur die Basisfläche vorkommen. Die Begrenzung ist dann die stabilstmögliche.

Bei der ersten plötzlichen Ausbildung des Eiskristallskelettes dürften ausnahmsweise Partien flüssigen Wassers zwischen den Kristalltafeln eingeschlossen werden; diese vermuteten Räume dürften wohl bei dem fortgesetzten Wachstum bald wieder durch den in ihnen entstandenen Druck und davon

herrührendes Zerbersten der dünnen Eistafeln eröffnet werden. Hat einmal die regelmässig nach unten fortschreitende Kristallisation angefangen, so können keine Wasserpartien mehr eingeschlossen werden. Eine horizontale Druckspannung infolge der Ausdehnung des Wassers beim Gefrieren kann also während des normalen Wachstums der Eisdecke nicht entstehen und ist auch nicht bekannt.

Dagegen kennt man durch Untersuchungen von S. K. GILBERT,¹⁾ J. P. GUSTAFSSON²⁾ u. a., dass die Eisdecke der Seen durch Kontraktion bei sehr niedrigen Temperaturen Kontraktionsspalten bekommen kann, die, wenn sie mit Wasser gefüllt werden, das erstarrt, bei einer nachfolgenden Temperaturerhöhung eine Ausdehnung der Eisdecke von möglicherweise 0.1 % hervorrufen können.

Das Gefrieren inhomogener Schuttmassen.

Die Bildung der Eisfilamente zu Beginn des Gefrierens von Humus und Ton und vielleicht auch von anderen Bodenarten ist bereits erwähnt worden. Ein wirkliches Gefrieren der nassen, unter den Eisfilamenten befindlichen Torfmassen wird von einigen Verfassern in Frage gezogen. Dass nasse Tone und Sande wirklich zu festen Massen sowohl im mittelschwedischen Klima als auch in demjenigen der lappländischen Hochgebirge gefrieren, ist eine bekannte Tatsache. Im Sarekgebirge ist der Sandboden bei 500 *m* ü. d. M. Ende des Winters bis zu einer Tiefe von etwa $1\frac{1}{2}$ *m* gefroren, während die in derselben Höhe liegenden Moore nur eine ziemlich dünne gefrorene Decke tragen.

Die Kristallisation des Eises in Schuttmassen dürfte wohl kaum näher bekannt sein. Man sagt, dass das Eis sich ganz allgemein in Kristallindividuen ausscheidet, deren Hauptachsen senkrecht zur Abkühlungsfläche stehen. Ich glaube,

¹⁾ Lake Bonneville. — U. S. Geol. Surv. Monographs I. 1890. S. 71.

²⁾ Om stranden vid några småländska sjöar. — Geol. Fören. Förh. Bd 26, 1904, S. 145.

dass dieses Gesetz schlecht formuliert ist. Es sollte folgenderweise lauten: Das Eis kristallisiert meistens so, dass die Basisfläche die grösstmögliche Area gegen die Mutterlauge einnimmt. Wahrscheinlich haben die Eiskörner im gefrorenen Schutt keine bestimmte Orientierung, denn die Mineralpartikeln und Luftblasen heben den Zusammenhang zwischen den wassergefüllten Poren stellenweise fast vollständig auf. In den tonigen Partien liegt der Gefrierpunkt niedriger und es tritt da Unterkühlung leichter auf als in den grobkörnigeren. Das Wärmeleitungsvermögen wechselt von Punkt zu Punkt. Vieles trägt also dazu bei, ein sehr unregelmässiges Wachstum der gefrorenen Kruste von oben nach unten herbeizuführen. In den meisten Poren dürfte eine selbständige Kristallisation des Wassers stattfinden. Das Wichtigste ist aber, dass das Wasser in Poren eingeschlossen ist und deshalb *beim Gefrieren die kleinen Zwischenräume zwischen den Mineralpartikeln erweitern muss*. Diese innere Ausdehnung der Schlammmasse muss sehr unregelmässig sein und Verschiebungen und Sprünge verursachen. Der inneren allseitigen Ausdehnung der Massen wegen muss in der gefrierenden Kruste eine Tendenz vorliegen, sich nach allen Richtungen auszudehnen und nicht nur in der vertikalen.

Wichtig für die Frage betreffs der Ausdehnung der gefrierenden Erdschichten ist ein von S. JOHANSSON¹ ausgeführtes Experiment: Eine Bodenprobe von der Feuchtigkeit 31.6 % »wurde in eine Holzrinne eingestampft, die mit dem oberen Ende in einen gut isolierten Zinkkasten hineingesteckt wurde, in welchem die Luft mittelst einer den Kasten umgebenden Kältemischung abgekühlt gehalten wurde. Die Temperatur in dem Kasten war -5° . Die kalte Luft in dem Zinkkasten kam mit der oberen Fläche der Erdsäule in Berührung, die auf analoge Weise wie in der Natur gefror. Nach eintägigem Frieren wurde die Feuchtigkeit in ver-

¹) Die Festigkeit der Bodenarten bei verschiedenem Wassergehalt usw. — Sveriges Geol. Unders. Årsbok 7, 1913, S. 94.

schiedenen Niveaus der Erdsäule bestimmt. Es wurden, bei Versuch mit einer Bodenprobe, deren Anfangsfeuchtigkeit 31.6 Prozent betrug, folgende Wassergehalte in verschiedenen Niveaus nach eintägigem Frieren erhalten:»

0—3	cm	gefroren		46.0	Prozent
3—6	»			28.3	»
10—13	»			28.9	»
20—23	»			29.6	»

Der Verfasser meint, dass Wasser beim Gefrieren durch seine Volumenzunahme zerteilend auf die Bodenpartikeln einwirke. Die Fähigkeit des Bodens, Wasser einzuschliessen, wird dadurch gesteigert und Wasser von den darunterliegenden Schichten je nach dem Wasserleitungsvermögen der Schichten aufgesaugt. Über die Ausdehnung der Bodenprobe liegen keine Messungen vor, aber es ist selbstverständlich, dass sie mindestens so gross gewesen ist wie diejenige des eingeschlossenen Wassers.

Die inhomogene Beschaffenheit des Schuttes und zwar besonders das von Punkt zu Punkt wechselnde Wärmeleitungsvermögen muss mit sich bringen, dass sich der Frost sehr unregelmässig verbreitet. In grobkörnigerem Material und in der Nähe von wärmeleitenden Steinen muss sich der Gefrierprozess rascher entwickeln, in Lehmflecken und in lufthaltigem Material dagegen muss derselbe verlangsamt werden. Es ist dann wohl nicht zu vermeiden, dass ungefrorene Wasserpatrien hier und da mit eingeschlossen werden. Später wenn diese ebenfalls gefrieren, dehnen sie sich aus und zersprengen die umgebenden Schichten. Infolgedessen muss eine fernere Ausdehnung der gefrorenen Kruste auftreten. Die Sprünge können später mit Wasser gefüllt werden und zersprengen dann beim Gefrieren noch weitere Partien. Erst allmählich und nachdem die gefrorenen Kruste genügende Dicke angenommen hat, gewinnt sie eine beständigere äussere Form. Ob diese für den ganzen Winter stetig ist, dürfte jedoch unsicher sein, da

durch grössere Temperaturschwankungen eventuell Kontraktionsrisse entstehen können, die, wenn mit Wasser gefüllt, beim Wiedergefrieren neue Verschiebungen herbeiführen können. Auch durch Tauungsprozesse und Wiedergefrieren sind fernere Erweiterungen der gefrorenen Kruste denkbar.

Die Möglichkeiten der Erdschichten, sich der Oberfläche parallel auszudehnen, sind sehr verschieden. Wenn eine horizontale Ebene durch einen Abhang abgeschnitten wird, kann sich die gefrorene Kruste durch Hinausschieben über die steile Wand ausdehnen. Stossen die Ränder gegen widerstandsfähiges Gebiet an, so kann eine Ausdehnung nur durch Bildung »tektonischer« Störungen (Gewölbe und Muldenbildung, Überschiebungen usw.) zu stande kommen. Ein durch Gefrieren entstandenes Gewölbe dürfte sich, wenn der Boden nicht feucht genug ist, von seiner Unterlage trennen können. B. HÖGBOM¹ berichtet von solchen Erscheinungen. Er hat in den ersten Frosttagen eines Herbstes »zugestürzte, leere Höhlungen« gefunden, »die aber nicht durch Auftauen, sondern durch Frieren der oberen Bodenschichten entstanden waren. Man bekam den Eindruck, dass die gefrorene Schicht durch ihre Volumenzunahme blasenartig aufgetrieben war«. Er sagt ferner: »Es kommt übrigens im Vorwinter recht allgemein vor, dass der Boden, besonders die Wege, einen hohlen Laut gibt, der auf derartige Aufblähungen deutet.«

Ich meine nun, dass die Schuttinseln der Blockmeere solche Gewölbebildungen sind. Wenn der Schutt vor dem Gefrieren durchnässt ist, dürfte das Gewölbe wasser- und luftdicht werden und kann dann den darunterliegenden teigartigen Schutt heraufpumpen. Unter konkaven Flächen der Schuttmassen entsteht infolge der Ausdehnung ein entsprechender Druck. *Viele Umstände tragen also dazu bei, den nassen Schlamm der untersten Teile der Blockmeere in ursprüngliche Erhabenheiten zu konzentrieren, die dann auf*

¹ Über die geologische Bedeutung des Frostes. — Bull. Geol. Inst. Upsala. Bd. 12, 1914, S. 305 u. 306.

Kosten der niedriger liegenden Schlamm Massen anwachsen und sich einen Weg zur Oberfläche bahnen, indem sie überliegende Steinblöcke zur Seite schieben. Beim Auftauen im Sommer müssen die Schlamm Massen zwar wieder schrumpfen, die Massenverschiebung, die durch den Gefrierprozess stattgefunden hat, dürfte aber wenigstens in der Hauptsache bestehen bleiben.

Persönlich kenne ich die fraglichen Gebilde nur durch Beobachtungen im Sommer, wo sie aufgetaut waren. Nach dem, was W. ULE in seiner Studie über »Glazialen Karree- und Polygonboden«¹ berichtet, scheint aber im Winter eine Aufwölbung der Schuttinseln über das Niveau der umliegenden Steine und dann im Sommer eine Senkung der Oberfläche etwa bis auf dieses Niveau stattzufinden.

Wanderung der Steine in den Schuttinseln und anderen Schlamm Massen beim Gefrieren und Auftauen.

Die Schuttinseln der Blockmeere in den lappländischen Hochgebirgen treten — meiner Erfahrung nach — vorzugsweise vereinzelt auf. Würden sie so zahlreich vorkommen, dass sie unmittelbar an einander angrenzten, so hätten wir es mit einer Erscheinung zu tun, die Polygonboden nach B. HÖGBOM² oder Steinnetze (nach MEINARDUS)³ genannt wird. Diese Ausbildungsform kommt wohl auch in Lappland vor, scheint aber auf den fast vegetationslosen Tundren der rein arktischen Gegenden, wie Spitzbergen, Sibirien u. s. w., häufiger zu sein. Dort wurden sie schon von SCORESBY und später von der schwedischen Polarexpedition 1868 auf Beeren Eiland beobachtet⁴. Es ist verschiedenen Auto-

¹ Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin. 1911, S. 259.

² l. c. Bull. Geol. Inst. Upsala. Bd 12, S. 308.

³ Beobachtungen über Detritussortierung und Strukturboden auf Spitzbergen. — Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin. 1912. S. 257.

⁴ TH. M. FRIES u. C. NYSTRÖM, Svenska Polarexpeditionen år 1868. S. 30. Stockholm 1869. Vergl. auch TH. M. FRIES, Några ord om rutmarken (Polygonboden) på Spetsbergen och Beeren Eiland. — Geol. Fören. Förh. Bd 24, 1902, S. 370.

ren aufgefallen, dass Steine und Lehm offenbar anfänglich mit einander mehr gemischt gewesen sind, und dass später eine Sortierung, wodurch die Lehmflecke beinahe steinfrei geworden, stattgefunden hat. Bis jetzt hat man umsonst versucht, eine annehmbare Theorie für diese Sonderung der Steine aus dem Lehm zu ersinnen. Nach MEINARDUS¹ sind nicht weniger als 18 verschiedene Hypothesen aufgestellt, »d. h. beinahe ebensoviele Meinungen, wie Beobachter existieren«. Am meisten Beifall scheint ein Erklärungsversuch von B. HÖGBOM² gefunden zu haben: »Wenn der Erdboden ursprünglich aus einer Mischung von feineren und gröberen Bestandteilen besteht, so dürfte diese immer ein wenig ungleichmässig sein, so dass es gewisse Flecke gibt, wo das feinere Material reichlicher ist. Dank der Kapillarität nehmen dann diese Stellen mehr Wasser auf als ihre Umgebung. Bei der Eisbildung wird dann das Material von hier aus zentrifugal verschoben. Wenn nachher Schmelzung und damit folgende Volumenverminderung eintritt, wird das feinere Material von der Adhäsion mitgezogen, während die Steine peripherisch zurückbleiben. Wenn hinreichend oft wiederholt, muss eine merkbare Sortierung resultieren. Hierdurch werden auch die Bedingungen für die Arbeitsintensität immer zunehmen, indem der Ausgangspunkt für die Volumenveränderungen mehr fixiert wird und dabei auch die Wasserkapazität der zentralen Partien vermehrt wird.«

Eine wirkliche Erklärung der Wanderung des gröberen Materials innerhalb des feineren gibt diese Theorie jedoch nicht, denn es bleibt nach derselben unbegreiflich, warum das gröbere Material, das zwar bei der Ausdehnung beim Gefrieren zentrifugal verschoben wird, nicht bei der Kontraktion beim Schmelzen die zentripetale Bewegung des feineren Materials mitmacht und zum Ausgangspunkt zurückkehrt.

¹ Beobachtungen über Detritussortierung und Strukturboden auf Spitzbergen.
— Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin. 1912, S. 258.

² 1. c. Bull. Geol. Inst. Upsala. Bd 9, 1910, S. 53.

„ „ „ „ „ 12, 1914, S. 315.

HÖGBOM hat übrigens selber seine Theorie nicht als eine definitive, sondern nur als ein Gedankenexperiment bezeichnet.

»Dass grössere Gegenstände, wie Steine und Knochen, durch Auffrieren aus den tieferliegenden Erd- und Tonmassen an die Oberfläche heraufkommen können«, ist übrigens — nach HÖGBOM — eine bekannte Tatsache, was ich bestätigen kann. Davon hat man auch in den bewohnten Teilen des nördlichen Schwedens reichliche Erfahrung. SAPPER sagt aber darüber: »Den Mechanismus dieser Erscheinung zu erklären, sind wir zurzeit nicht in der Lage.«¹ Nur so viel scheint allgemein angenommen zu sein, dass das wirksame Agens der Frost ist.

In dem Kapitel über die »Eisfilamente« habe ich die von mehreren gemachte Beobachtung hervorgehoben, dass das stengelige Eis, das auf feuchtem Humus und Ton hervorschießt, mitunter trockene Torfschichten, Laub, Steine usw. trägt. Eine Hebung von Steinen über die Oberfläche des Tones wäre wohl nach diesem Vorgang auch denkbar², aber nach Schmelzen der Eisprismen würden die Steine wohl etwa an derselben Stelle niederfallen, wo sie früher lagen. Eine Wanderung der Steine *durch* den Schlamm scheint diese Auffassung jedenfalls nicht erklären zu können.

Eine annehmbare Erklärung findet man aber, wenn man bedenkt, welche Bewegungen gefrierende und schmelzende Schlammmassen einerseits und eingeschlossene feste Gegenstände andererseits ausführen.

Es genügt dabei aber nicht, beim Gefrieren eine gleichmässige Ausdehnung der Schlammmassen und beim Schmelzen eine ebenso gleichmässige Schrumpfung anzunehmen, denn alle Wärmeveränderungen des Schlammes kommen von aussen und pflanzen sich nach innen fort.³ Beim Gefrieren bildet sich

¹ Erdfließen und Strukturboden in polaren und subpolaren Gebieten. — Internationale Mitteilungen für Bodenkunde 1914.

² Eine solche Idee scheinen R. S. TARR und A. PENCK gehabt zu haben. Vergl. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin 1912. S. 245.

³ Die hier dargestellte Theorie wurde schon in der Sitzung des Geol. Vereins am 3. Dez. 1914 vorgetragen.

zuerst eine feste *gefrorene Schale*, die sich erweitert, indem sie nach innen an Dicke zunimmt. Beim Tauen bildet sich, wenn das Innere noch gefroren ist, eine *geschmolzene Schale*, die nach innen weiterwächst. Die Ausdehnung und Zusammenziehung geht deshalb keineswegs gleichmässig von statten, sondern pflanzt sich von aussen nach innen fort. Nun ist es aber klar, dass eingeschlossene Steine, die eine beträchtliche Ausdehnung haben, eine etwas andere Bewegung als die umgebenden Schlamm Massen ausführen müssen, denn beim Gefrieren setzt sich ihr distales Ende zuerst in der gefrorenen Schale fest und beim Schmelzen kann das innere Ende im Eiskern noch festsitzen, wenn das äussere schon im geschmol-

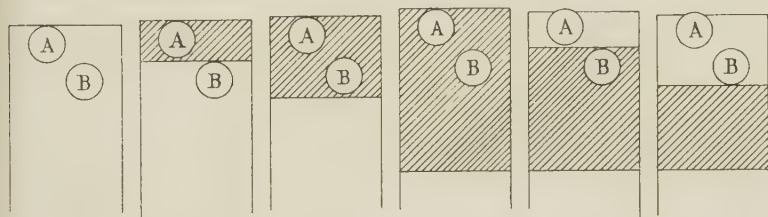


Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12.

Schematische Darstellung der Bewegung von durchnässten Schlamm Massen und eingeschlossenen Steinen (A u. B) beim Gefrieren (schraffiert) und Auftauen.

zenen Material steckt. Die Bewegungen des Steines stimmen also nicht mit denjenigen der Schlamm Massen überein, die etwa um die Mitte des Steines liegen, sondern beim Gefrieren macht der Stein die Bewegung der Schlamm Massen am äusseren Ende des Steines und beim Schmelzen die Bewegung der Schlamm Massen am inneren Ende desselben mit. Der Stein macht also beim Gefrieren eine zentrifugale Bewegung, die grösser ist als die zentripetale Bewegung beim Schmelzen. Der bei jedem vollständigen Zyklus entstehende Bewegungs-rest verursacht eine dauernde zentrifugale Verschiebung des Steines.

Der Vorgang wird leichter verständlich durch die Fig. 7—12, die vertikale Profile von Schlamm Massen darstellen,

worin zwei runde Steine eingeschlossen liegen, von denen der eine die Oberfläche tangiert. Die gefrorenen Teile sind schraffiert. In Fig. 7 ist die Masse ungefroren gedacht. Wenn die Oberfläche gefriert, bleibt der Stein *A* in der Kruste stecken, folgt deren Bewegung und wird also gehoben (Fig. 8), indem sich die Schlamm Massen beim Gefrieren ausdehnen. Der Abstand zwischen *A* und *B* wird dabei anfänglich vergrössert, bis auch *B* in der Kruste festsitzt. Von diesem Augenblick an ist der Abstand konstant und beide werden beim Fortschreiten des Gefrierprozesses gleichviel gehoben (Fig. 9 u. 10). Wenn nun Tauwetter eintritt, taut die Oberfläche wieder auf, anfänglich sitzen die Steine noch in den gefrorenen Massen fest. Wenn sie noch festsitzen, können sie nicht an der zusammenziehenden Bewegung der Schlamm Massen teilnehmen. Solange *A* festsitzt, bleibt er in derselben Höhenlage wie in Fig. 10, und wenn er anfänglich eben die Oberfläche berührte, muss er sich nunmehr um eine Strecke über dieselbe erheben, die der Zusammenziehung der Schlamm Massen von derselben Höhe wie *A* entspricht (Fig. 11). Im Verhältnis zur Oberfläche behält nun *A* diese Lage, folgt aber sonst der sinkenden Bewegung der Schlamm Massen bei fortgesetztem Tauen. Der tieferliegende Stein *B* sitzt anfänglich fest, wenn aber *A* sich senkt, so wird der zwischen den beiden Steinen durch den Gefrierprozess vergrösserte Abstand wieder kleiner und geht allmählich wieder auf den ursprünglichen zurück (Fig. 12). Im Endzustand werden beim Tauen die ursprünglichen Abstände zwischen den Steinen wiederhergestellt, aber sämtliche Steine haben sich um eine Strecke gehoben, die von der »effektiven Höhe« der Steine und der Ausdehnung, bzw. Zusammenziehung, der Schlamm Massen beim Gefrieren, bzw. Tauen, abhängt.

Folgendes Rechenbeispiel mag dazu dienen, eine Vorstellung von der Effektivität des Vorganges zu geben.

Die »kubische« Ausdehnung des Wassers beim Gefrieren ist etwa 0.1, und die »lineare« ist demnach etwa 0.03. Die Grösse der Ausdehnung von nassen Schlamm Massen ist unbekannt,

dürfte aber entstehender Sprünge wegen und dergl. (vergl. S. 601) nicht viel geringer sein als diejenige des reinen Wassers. Eine Schlammschicht von 10 *cm* würde sich dann um 3 *mm* ausdehnen. Bei einmaligem Gefrieren und Tauen würde ein Stein von 10 *cm* »effektiver Höhe«¹ einer bleibenden Hebung von 3 *mm* unterworfen sein. — Man findet, dass bei der angenommenen Ausdehnung des Schlammes die Hebung des Steines stets = die effektive Höhe mal 0.03. Ragt ein Teil des Steines aus dem Schlamm heraus, so ist die effektive Höhe desselben = derjenigen des in Schlamm eingeschlossenen Teiles. Grosse Steine wandern also schneller als kleinere. Die Geschwindigkeit ist im allgemeinen den linearen Dimensionen proportional; in der Oberfläche der Schlammmassen nimmt die Geschwindigkeit für jeden Gefrierzyklus ab, und die Steine werden daselbst konzentriert.

In der Natur spielt sich der Vorgang jedoch nicht so einfach ab wie oben geschildert. Besonders wirkt der Umstand mit, dass Steine die Wärme besser leiten als gefrierende oder auftauende wasserhaltige Schlammmassen. Dies macht, dass sich beim Abkühlen ein Stein mit einer Rinde gefrorenen Materials umgibt, was aber wenig Einfluss auf das Resultat haben dürfte. Beim Schmelzen ist jedoch der Unterschied grösser. Die Steine können sich dann mit Höfen von getautem Schlamm umgeben und bleiben deshalb nicht so lange im Eiskeime festgehalten, wie wenn sie in gleichem Grade Wärme aufspeichern könnten wie der gefrorene Schlamm. Die Bildung der Schmelzhöfe kann jedoch die Hebung der Steine nicht vollkommen beseitigen, dürfte sie aber beträchtlich geringer machen als im vorigen, theoretischen Fall.

Da die Wärmeleitung und spezifische Wärme der im Schlamm eingeschlossenen Gegenstände in der Weise einzuwirken scheinen, dass, je grösser erstere und je kleiner letztere ist, desto

¹ Mit effektiver Höhe meine ich die Dimension des im Schlamm eingeschlossenen Steines, auf die Fortpflanzungsrichtung des Gefrierens und Auftaus projiziert.

langsamer die Gegenstände hinausgefroren werden, so wäre zu erwarten, dass Holzstücke schneller, Metallstücke langsamer als Steine aus dem Schlamm ausfrören.

Obgleich die oben angeführten und noch andere hier nicht berücksichtigte Umstände die Erscheinung beträchtlich modifizieren, kann dies doch nicht die generelle Gültigkeit der hier geschilderten Auffassung aufheben.

Die fragliche Einwirkung des Frostes dürfte sich in subpolaren Gebieten bis zu der Tiefe, bis zu welcher der Boden im Winter gefriert, und in polaren Gebieten bis zu der Tiefe, in der die Erde im Sommer auftaut, geltend machen. In Wassijaure bei $68^{\circ} 25'$ n. Br. und 500 *m* ü. d. M. geht der Winterfrost nur bis etwa $1\frac{1}{2}$ *m* unterhalb der Oberfläche. Andererseits dürfte die aufgetaute Schicht auf Spitzbergen kaum mehr als $\frac{1}{2}$ *m* betragen. Es dürfte sich bei den fraglichen Wanderungen der Steine selten um längere Wegstrecken als 1 *m* handeln.

Auf Falkland-islands sind riesige Stone-rivers von CHARLES DARWIN, Sir WYWILLE THOMSON, J. G. ANDERSSON¹ u. a. beschrieben worden. Diese Ströme haben eine Breite von etwa 100—1500 *m*, sie müssen wohl deshalb auch ziemlich mächtig sein, und Frostwirkungen können wohl in diesem Falle für die Konzentration der Steine auf die Oberfläche keine dominierende, sondern nur eine beitragende Rolle gespielt haben. Die Steine scheinen auch mitunter allzu gross gewesen zu sein, um durch gefrierende Schlammmassen gehoben werden zu können. Man darf also die Bedeutung des Auffrierungsprozesses nicht übertreiben.

Herausmodellieren der Steinnetze oder des Polygonbodens.

Die vereinzelt Schuttinseln der lappländischen Hochgebirge treten nur selten einander so nahe, dass sie an ein-

¹ Solifluction, a component of subaërial denudation. — Journ. of Geology. Bd. 14, 1906, S. 98.

ander angrenzen. Tun sie das, so entstehen Steinnetzwerke von ungefähr dem Aussehen, wie es O. NORDENSKJÖLD,¹⁾ B. HÖGBOM, ULE, MIETHE, PENCK, MEINARDUS, SAPPER, BERGSTRÖM²⁾ und mehrere andere geschildert haben.

Die Schuttinseln haben aber selber eine Struktur, die als Polygone zweiter Ordnung bezeichnet werden könnte. Sie sind nämlich häufig in regelmässige 5- bis 6-eckige Felder geteilt die ihrerseits von kleineren Steinen begrenzt sind, während



Fig. 13. Schuttinsel mit Polygonteilung zweiter Ordnung. Pärtetjåkko (1850 m), Schwed Lappland. Verf. phot. Ende Juli 1911.

die Mitte der Felder beinahe steinfrei ist. Ähnliche Bildungen zweiter Ordnung wurden auch von TH. M. FRIES schon im Jahre 1868 auf Beeren Eiland beobachtet.³⁾ Die Grenzlinien zweiter Ordnung dürften wohl infolge eines der untenstehenden Vorgänge entstanden sein:

1) Die Steinstreifen, welche die Grenzlinien bilden, waren schon in der ursprünglichen Schlammmasse, aus der die Schutt-

¹⁾ Polarvärlden och dess grannländer, S. 75. Stockholm 1907.

²⁾ En märklig form af rutmark från barrskogsregionen i Lappland. — Geol. Fören. Förh. Bd. 34, 1912, S. 335.

³⁾ l. c.

insel herkam, angelegt. In der neu entstandenen Schuttinsel war am Platze dieser Streifen ein grösserer Steinreichtum als sonst auf der Schuttoberfläche. Wenn zwischen den Steinen leere Räume waren, haben diese als Ausgangsflächen für die Abkühlung wirksam sein können, und da die *Richtung der Abkühlungsfläche* belanglos ist, sind im Schlamm eingeschlossene Steine allmählich nach derselben gewandert und haben sich dort angehäuft.



Fig. 14. Schuttinsel mit Polygonteilung zweiter Ordnung. Pärtetjälko (1850 m), Schwed. Lappland. Verf. phot. Mitte Juli 1914.

2) Die neugebildete Erdinsel wurde beim Trocknen von Kontraktionsrissen durchzogen, die bekanntlich typisch 120° mit einander bilden. Beim Gefrieren hat die Temperatursenkung nicht nur von der horizontalen Oberfläche, sondern auch von den vertikalen Wänden der klaffenden Kontraktionspalten angefangen und sich in das Innere der Schuttmassen verbreitet. Deshalb hat eine Wanderung von Steinen nicht nur nach der Oberfläche, sondern auch nach den Spaltenwänden hin stattgefunden.

Bei der Bildung der grösseren Polygone erster Ordnung dürfte wohl der Vorgang 1 allein wirksam gewesen sein. In

den Richtungen von den Zentren der Erdflecke sind die Steine nach allen Seiten allmählich in oben geschilderter Weise ausgewandert. Die häufig ziemlich gleiche Grösse der Polygone muss dann auf einigermassen gleichmässigen Abständen zwischen den ursprünglichen Anlagen sowie auf Gleichartigkeit des Materials beruhen.

Sind dabei die Abstände zwischen den benachbarten Erdflecken einigermassen gross, so haben sich — je nach der

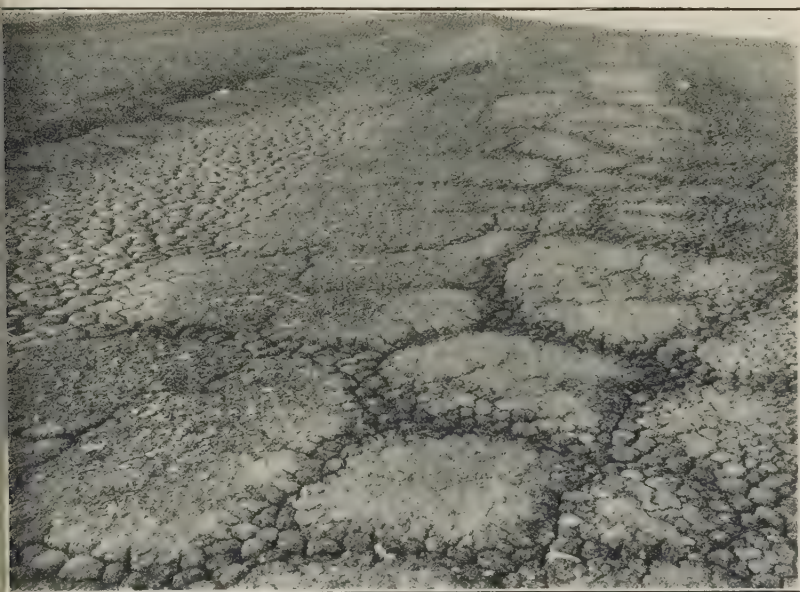


Fig. 15. Polygonboden hinter einem Strandwall an der Braganzabucht auf Spitzbergen. Nach BERTIL HÖGBOM.

Quantität der ausgeschiedenen Steine — entweder Schuttinseln oder s. g. Steinringe gebildet.

Steinnetze (Fig. 15) setzen so nahe an einander liegende Erdflecke voraus, dass ihre Wirkungsgebiete aneinander grenzen. Je nach der mehr oder weniger regelmässigen Lage der verschiedenen Polygonzentren zu einander können 6-, 5- oder 4-eckige oder aber ganz unregelmässige Grenzwälle entstehen.

Pegellatten auf feuchtem und gefrierendem Boden.

Die Fixpunkte für das Nivellement sind im allgemeinen in festem Gestein oder in sogenannten erdfesten Steinen angebrachte Marken. Einfachere Pegel zur Beobachtung der Wasserstandsänderungen bestehen häufig aus emaillierten Eisenblechlatten, die auf hölzernen im Seeboden eingetriebenen Holzpfehlen befestigt sind.

Bei meinem Vortrag über »die Wanderung der im Schlamm eingeschlossenen Steine«¹ lenkte Dr. A. WALLÉN, Vorstand des neuerrichteten hydrographischen Bureaus, die Aufmerksamkeit darauf, dass man, wenn obenangeführte Theorie richtig ist, die Unveränderlichkeit solcher Marken beargwöhnen könnte. Diese Bemerkung veranlasste mich zu einer Antwort, die ich hier in erweiterter Form wiedergeben will.

Die Bewegung grosser erdfester Steine dürfte im allgemeinen im mittleren Schweden sehr gering sein, wenn die Steine nicht auf sehr feuchtem Boden liegen, und als Fixpunkte dürfte man wohl meist solche vermeiden. Der einigermaßen trockene Boden dehnt sich wahrscheinlich beim Gefrieren nicht sehr stark aus, weil sich die vorhandenen Wasserpartikeln in den Zwischenräumen zwischen den Mineralpartikeln ausdehnen können. Wenn die Steine sehr gross sind und tief unterhalb der im Winter gefrorenen Schicht hinabreichen, kann wahrscheinlich diese sich ausdehnen, ohne die Steine zu heben. Ist der Boden nass und liegen die Steine auf dem Boden, so ist offenbar Gefahr vorhanden, dass die Steine die Bewegungen des Bodens mitmachen müssen, und dass diese beträchtlich sind. Im mittleren Schweden dürfte der Frost mitunter bis zu 1 m Tiefe hinabdringen können. Bei nassem Boden und dieser Mächtigkeit der gefrorenen Schicht kann man eine Hebung von mehreren *cm* erwarten. Beim Tauen

¹ In der Sitzung des Geol. Vereins am 3. Dez. 1914.

des Bodens geht aber die Oberfläche wohl ziemlich genau in die ursprüngliche Lage zurück.

Die Pfähle verhalten sich wahrscheinlich anders, weil sie verhältnismässig leichter sind als die Steine. Es ist aus dem nördlichen Schweden bekannt, dass Zaunpfähle aus dem Boden allmählich herausfrieren. Dasselbe dürfte gewiss auch bei Pfählen, die in die feuchten Ufer lappländischer Seen hineingetrieben sind, der Fall sein, wo der Frost bis zu etwa $1\frac{1}{2}$ m Tiefe eindringt. Beim Tauen geht aber ein solcher Pfahl — nach obiger Darstellung (Seite 607) — keineswegs auf das ursprüngliche Niveau zurück, sondern dürfte jeden Winter um mehrere *cm* gehoben werden.

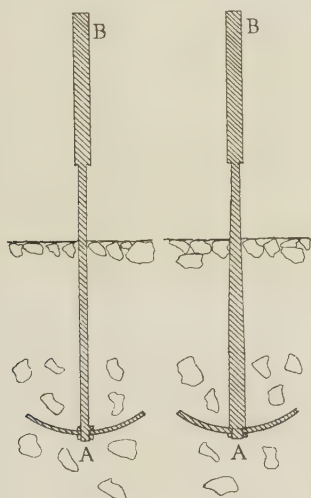


Fig. 16.

Fig. 17.

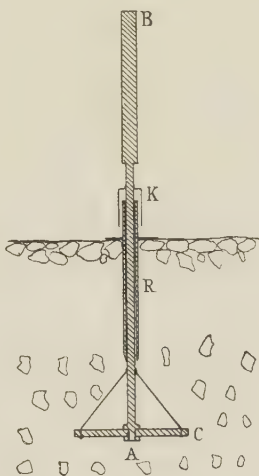


Fig. 18.

Vorschläge zu Verankerung der Pfähle für Pegellatten
auf feuchtem und gefrierendem Boden.

Man könnte sich aber möglicherweise Vorrichtungen denken, die diese Übelstände beseitigten. Eine solche wäre eine Stange, deren unteres Ende mit einer kräftigen Verankerungsschale, wie A in Fig. 16, versehen ist. Wenn diese Schale unterhalb der Tiefe, bis zu der der Frost hineindringt, vergraben ist, und die Belastung der Schale einen grösseren Widerstand

leistet, als die Friktion zwischen der Stange und der gefrorenen Schicht beträgt, so dürfte die Schale ihre Lage beibehalten. Wenn man diese Friktion herabsetzen kann, dürfte die Gefahr, dass die Schale beim Gefrieren der obersten Schicht gehoben würde, noch vermindert werden. Eine Herabsetzung der Friktion dürfte dadurch herbeigeführt werden, dass man der Stange eine konische Form gibt, wie in Fig. 17, oder dass man die zylindrische Stange mit einer gut geschmierten Röhre, wie R in Fig. 18, umgibt. Der obere Teil der Röhre muss durch eine auf der Stange AB befestigte Kappe K geschützt werden. Da die Röhre R durch die Gefrier- und Schmelzprozesse allmählich sich erheben dürfte, muss sie wahrscheinlich wiederholt heruntergedrückt werden. Letzere Konstruktion dürfte an Ufern, wo der Pegel von Wasser überspült werden kann, nicht verwendbar sein.

Die Vergrabung der Verankerungsschale muss sorgfältig gemacht und die darüber geworfene Erde gut gepackt werden oder man muss die nötige Zeit abwarten, bis die Erdschichten sich gesetzt haben, sonst kann die Stange während der Beobachtungsperiode ihre Lage ändern.

Obenstehende Vorschläge sind nur provisorische Projekte. Die Grösse der Verankerung, andere Details sowie die Brauchbarkeit der Methode überhaupt kann nur durch praktische Versuche ermittelt werden.

Die Entstehung der Palsen.

Auf den Mooren der subarktischen Gebiete kommen isolierte Torfhügel mit rundlichem, ellipsoidischem oder mehr langgestrecktem Grundplan vor. Wo sie gut entwickelt sind, erreichen sie eine Höhe von 2—3 m, ausnahmsweise können sie bis 7 m hoch werden. Sie sind in der schwedischen Literatur unter dem aus dem finnischen hergeleiteten Namen *Pals* bekannt. Die Russen sollen sie *bugrj* nennen; die kaninischen Samojeden nennen sie *Moga*, die timanischen *Ladj*.

In Schweden waren diese eigentümlichen Gebilde der wissenschaftlichen Welt unbekannt, bis TH. FRIES und E. BERGSTRÖM¹⁾ ihr Auftreten in den nördlichsten Kirchspielen Schwedens, Karesuando und Jukkasjärvi, nachwiesen. Aus demselben Gebiete stammen auch Beobachtungen über die Palsen von dem Wegebauingenieur K. HÄLLÉN. Im Sarekgebiet wurden diese Bildungen übersehen, bis ihr Vorkommen im nördlichsten Schweden bekannt wurde, sie dürften jedoch auch in jenem Gebiet nicht selten sein, erreichen aber daselbst nicht die auffallende Höhe wie in nördlicheren Gegenden.

Nach der übereinstimmenden Ansicht von FRIES, BERGSTRÖM und HÄLLÉN steht die Bildung der Palsen in Verbindung mit der Einwirkung des Frostes. Sie entstehen auf s. g. Winterwegen, wo die Schneebedeckung dünn ist, sowie an solchen Stellen der Moore, wo der Schnee durch den Wind entfernt wird.

In diesen nördlichen Gegenden ist der Boden stellenweise stetig gefroren. Eben die Palsen enthalten ewiges Eis, das im Sommer nur bis $1\frac{1}{2}$ m unterhalb der Oberfläche taut. Die umgebenden Moore mit horizontaler Fläche werden dagegen meist jeden Sommer eisfrei.

Nach der Untersuchung der schwedischen Beobachter enthalten die Palsen dieselben Schichten — oben *Sphagnum-Polytrichum*-Torf, unten *Carex*-Torf — wie das umliegende Moor, nur sind dieselben im Palse zu einem Gewölbe aufgebogen.

Die russischen Forscher³ scheinen indessen — soviel ich weiss — zu meinen, dass die s. g. Tundrarücken nicht durch Auffrierung, sondern durch rein biologische Prozesse entstan-

¹⁾ Några iakttagelser öfver palsar och deras förekomst i nordligaste Sverige. — Geol. Fören. Förh. Bd. 32, 1910, S. 195.

²⁾ Undersökning af en frostknöl (pals) i en Kaitajänki myr i Karesuando socken. — Geol. Fören. Förh. Bd. 35, 1913, 81.

³⁾ Vergl. R. POHLE, Pflanzengeographische Studien über die Halbinsel Kanin und das angrenzende Waldgebiet. — Acta Horti Petropolitani. Bd. 21, 1903, S. 98. — K. GLINKA, Die Typen der Bodenbildung, S. 240. Berlin 1914.

den sind. Nach TANFILIEW sollte der Hauptgrund darin liegen, dass »*Sphagnum* am besten in atmosphärischem nährstoffarmem Wasser wächst», deshalb wuchere dieses Moos auf kleinen Hügeln, wo das mineralische Wasser nicht hinkommt, viel intensiver als in dem nassen Moor. Auch die nordrussischen Palsen sind gefroren und tauen im Sommer nur bis zu einer Tiefe von etwa 40 cm. Man gibt an, dass im Inneren der Palsen Reste von Bäumen gefunden wurden. Obgleich die



Fig. 19. Pals auf einem Tundramoor in der grossen Kanin-Tundra. Nach R. POHLE in »Vegetationsbilder«, herausgeg. v. G. KARSTEN u. H. SCHENCK. Bd. 5, Jena 1908.

Untersuchungsergebnisse divergieren, ist es klar, dass die fraglichen Gebilde aus dem subarktischen Russland mit denjenigen des nördlichsten Schwedens genetisch verwandt oder — vielleicht eher — genetisch identisch sind.

FRIES und BERGSTRÖM haben eine Erklärung versucht, nach welcher die Palsen infolge der geringeren Schneebedeckung durch ein tieferes Gefrieren im Winter an Höhe anwachsen, im Sommer tauen die Palsen zum Teil auch von unten, und

dabei werde unter dieselben aus dem Moore Torf in sie hineingepresst.

Dieser Erklärungsversuch enthält gewisse plausible Momente, ist aber nicht wissenschaftlich genug durchdacht.

Mir scheint, dass in den Palsen ein ganz gleicher Fall von sich ausdehnenden Gewölben vorliegt, wie er von mir oben (Seite 603) für die Bildung der Schuttinseln der Blockmeere angenommen worden ist. Die Palsen entstehen an anfänglich geringen Erhebungen der Mooroberfläche, wo die Schneedecke dünn ist. Dort bildet sich im Winter eine gewölbeförmige gefrorene Kruste, die in allen Richtungen anwächst und im Sommer gegen Tauen durch den in der Oberflächenschicht ziemlich trockenen lufthaltigen Torf geschützt wird. Im Winter gewinnt diese Kruste noch mehr an Höhe und Weite durch Ausdehnungsprozesse, die sowohl an ihrer Oberseite als an ihrer Unterseite stattfinden. In dem Raum unter dem Gewölbe wird in gleichem Schritt mit der Aufwölbung Material aus unter- und umliegenden Torfschichten emporgesaugt.

Anmälanden och kritiker.

EDVARD ERDMANN. De skånska stenkolsfälten och deras tillgodogörande. Geologisk och teknisk beskrifning. 560 + 24 + XIV sidor med 20 taflor vid slutet och 325 figurer i texten, samt *atlas* i folio, innehållande geologisk karta öfver Skåne, grufkartor, schakt- och borrhåls-profiler, m. m. Stockholm 1911—1915. — S. G. U. Ser. C, a. N:r 6.

Riksdagen beviljade 1907 på extra stat till disposition af Sveriges Geologiska Undersökning ett anslag för åstadkommande af en undersökning af och redogörelse för storleken, beskaffenheten och värdet af inom landet befintliga stenkolsfyndigheter. Detta arbete uppdrogs naturligtvis åt statsgeologen EDVARD ERDMANN, som ju redan 1872 och 1887 utarbetat beskrifning öfver Skånes stenkolsfält (S. G. U. Ser. C. N:r 3 och N:r 65), hvadan detta arbete så att säga är »3:dje betydligt utvidgade och förbättrade upplagan», men dock har både vetenskapens och teknikens utveckling liksom den långa mellantiden helt naturligt medfört, att i stort sedt endast ämnet är gemensamt för detsamma och dess föregångare. Det bildar sålunda en sammanfattning af en mansålders hängifvet och framgångsrikt arbete af den trägne vetenskapsmannen, som först kunnat bringa detsamma till afslutning efter sin afgang med pension från statstjänsten, och i sitt 75:te lefnadsår hade författaren den glädjen att öfverlämna sitt arbete åt allmänheten, och med spänd förväntan, som icke gäckades, mottogs det af alla intresserade, lika väl af dem som omfatta Skånes stenkolsfält med ett geologiskt intresse, som af dem för hvilka hufvudvikten ligger i arbetets behandling af frågans tekniska och ekonomiska del.

När arbetet omnämnes i Geol. Fören. Förhandlingar, är det en angenäm plikt för anmälaren att uttrycka den stolthet och glädje, som Föreningen och dess medlemmar måste känna öfver, att en af Föreningens äldsta medlemmar, och en af dess få kvarlevande stiftare kunnat på sin ålderdom skänka oss ett så rikt och mångsidigt arbete som detta. Men anmälaren kommer också ganska naturligt — och

nödtvunget — att inskränka sitt omnämnande af arbetet till den geologiska delen¹ och äfven denna uppgift har en ganska stor omfattning.

Taflan 1 i atlasen är Geologisk öfersiktskarta öfver Skåne i skala 1:400,000, samma karta, som innefattades i Guide till Geologkongressen i Stockholm 1910, och sid. 1—70 behandlar Skånes geologiska förhållanden. Den geologiska kartan öfverensstämmer till sina hufvuddrag mycket nära med de kartor, som författaren offentliggjorde 1872 och 1887, men en jämförelse dem emellan visar dock tydligt och klart den utveckling, vår kännedom om Skånes geologiska byggnad undergått under den sista människoåldern, hurusom förkastningarnes betydelse, som redan tydligt frambäfvos på den första kartan, blir större och större och hurusom de sedimentära bildningarnes inbördes åldersförhållanden och tektoniska sammanhang blir klarare och klarare.

I den geologiska beskrifningen behandlar förf. naturligt nog de äldre bildningarna, urberget och siluren, ganska summariskt, medan en ingående behandling egnas de mesozoiska bildningarne, och här ger förf. en hel del olika upplysningar, som icke hittills varit publicerade, äfvensom (i ett senare afsnitt s. 515—548) en redogörelse för en stor del af de borrhningar, som blifvit utförda i Skåne för eftersökning och undersökning af stenkolsförekomsterna, såväl af stenkolsbolag som af enskilda. Särskildt redogöres ganska noggrant för de borrhningar, som i midten af 70-talet under den då rådande »kolfebern» utfördes inom skilda delar af Skåne både inom områden, där berggrunden utgjordes af Skånes stenkolsförande formation, rät-lias, och där andra bildningar, silur, krita och till och med urberg bildade den fasta klyften.

Bland särskildt viktiga detaljomnämmanden af geologiska förhållanden i Skåne skola vi fästa uppmärksamheten på, att ERDMANN underkastat det material, hvarpa HOLST² grundat sin åsikt att »keuper och kolförande lias» bildade berggrunden under staden Lund, en kritisk granskning och kommit till det resultat, att ingenting föreligger, som säkert bevisar, att här förekommit rät-lias med kol i fast klyft. ERDMANN frambåller som sin åsikt, att man i dessa borrhningar endast nått igenom lösa jordlag och att de liasfossil, som funnits i borrhprofven, liksom kolstyckena härstamma från lösa block i moränen. På flera ställen i staden Lund och strax söder och väster därom har man också i borrhningar nått kritan, och ERDMANN anser också, att i hela området SV om västra Romeleförkastningen kritan bildar den fasta berggrunden.

Åtskilliga af de många borrhningar, som här omnämnas, lämna intressanta och viktiga upplysningar till Skånes geologi, t. ex. uppgifter

¹ Arbetet är också anmaldt i Ymer 1915, H. 2, sid. 193 af dr HELGE NELSON, och Populär naturvetenskaplig revy för 1915 kommer att innehålla en ganska utförlig redogörelse för arbetets innehåll af förf. till dessa rader. Bägge dessa referat ta mycket hänsyn till de skånska stenkolens tekniska tillgodogörande och ekonomiska betydelse.

² Geol. För. Förh. Bd. 29. Häft. 5. 38—48. 1907.

om de lösa jordlagrens mäktighet på flera olika ställen, kritans utbildning etc., för hvilket dock här må hänvisas till originalarbetet.

Detta angående Skånes allmänna geologiska förhållanden; angående rät-liasbildningarnes och de skånska stenkolsbildningarnes geologiska förhållanden ger förf. så mycket nytt och så mycket af äldre vetande, klart sammanfattadt till tydliga bilder, att endast något litet här kan i korthet omtalas. Af både hela lagerserierna, sådana de upptagits vid schaktbyggnader och borrhningar, och kolfötserna i de olika grufvorna ger förf. talrika utförliga profilbilder. Kolfötsernas lagställning framställes åskådligt såväl i profiler som i kartor, och här visas, hurusom stenkolsområdet i smått företer samma geologiska bild som Skåne i sin helhet, nämligen ett trappstegslandskap med underordnade horstar och grafsänkor, samt hurusom stenkolsfötserna i kanterna af området, intill urbergshorstarne (Kullen för Höganäs grufva och Söderåsen invid Billesholms m. fl. grufvor) ligga högre och genom serier af förkastningar sänka sig mot midten af området.

De delar af arbetet, som omfatta gruifdriften och de på densamma baserade skånska fabriksindustriernas utvecklingshistoria, liksom det tekniska tillgodogörandet och förädlandet af dessa råämnen och framställningen af denna industris betydelse i vårt lands hela ekonomiska hushållning, hvilka alla äro rikt underbyggda med sifferuppgifter och statiska tabeller, måste vi lämna asido, oaktadt de utgöra den mest omfattande delen af arbetet.

Att Sveriges geologiska litteratur blifvit begåfvad med detta ståtliga arbete, som för kommande tider skall teekna en trogen bild af den skånska stenkolsindustrien, dess geologiska förutsättningar, dess hela utveckling och dess nuvarande höga ståndpunkt, ha vi härmed velat framhålla för den geologiskt intresserade krets, som vår förening omfattar, och tvifvelsutan ha många af föreningens medlemmar på EDVARD ERDMANNNS nyss firade 75-årsdag låtit sina tankar fara till honom med ett tack för »kolboken».

K. A. G.

Notis.

Några ord om den plana urbergsytan W om Halleberg i Väster-
götland.

Af

HENR. MUNTHE.

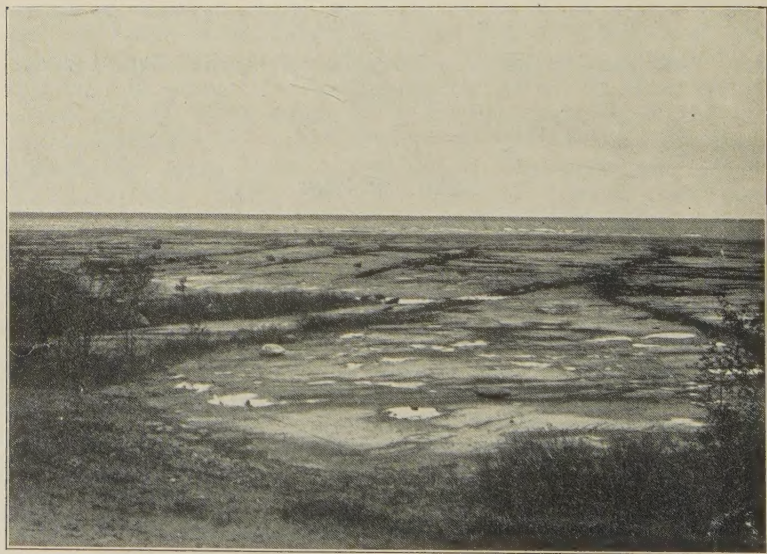
Såsom exempel på den relativt plana utbildning, urbergsytan närmast utanför den underkambriska sandstenens yttergränser ofta företter, särskildt i Västergötland, har vid skilda tillfällen och af flera författare framhållits området mellan Halleberg och Vänersborg. Den del däraf, som härvidlag, när hänsyn toges äfven till arealens storlek, med all sannolikhet hembär första priset, är det område W om Halleberg, hvilket, vid lågt vattenstånd i Vänern, utbreder sig N om det å den geologiska kartan såsom sand med ett par små gnejshällar utmärkta kustbältet mellan Sjötorp i Ö och St. Furudden i W. (Jfr Geologiska kartbladet »Wenersborg», skalan 1 : 50 000. S. G. U., Ser. Aa, N:o 40. Stockholm 1870).

Under en kvartärgeologisk öfversiktsresa, som några bland Sveriges Geologiska Undersöknings tjänstemän på försommaren d. å. gemensamt företogo inom en del områden kring södra Vänern, hade vi turen att få skåda detta område i all sin prakt, och då, mig veterligt, ingen nog representativ bild af fenomenet i fråga hittills blifvit publicerad, har jag ansett lämpligt att meddela ett par fotografier, som togos vid tillfället och att härtill foga några upplysningar.

Redan under marschen inom det S om kustbältet varande, af obetydligt mäktiga sandlager täckta området slogos vi af, att den där och hvar framträdande urbergsytan var alldeles plan, och när vi så kommo fram till kustbältet, utbreddes sig plötsligt till vår stora öfverraskning en vidsträckt, nära 1 km lång och ett par hundra meter bred, närmelsevis golfplan urbergsyta, ytterst sköljd af skummande Väner-vågor och i öster begränsad af Hallebergs mörka, delvis i

skog inramade diabasbrant. (Figg. 1 och 2). Urbergsytan är i själfva verket så plan, att man nästan öfverallt på densamma kan åka velociped; den har blott en ytterst ringa lutning mot sjön (N). Berggrunden består i hufvudsak af en slirig ögon- eller körtelgnejs.

Såsom af figurerna framgår, är området genomdraget af spricksystem i ett par skilda riktningar, och är det egentligen längs och intill dessa sprickor och rämnor, som ställvis ett fåtal flyttblock kvarligga, utgörande residuum af förstörda kvartärlager. Sådana saknas i öfrigt alldeles, med undantag af att från det å den geologiska kartan af sand upptagna kustbältet ibland utskjuta partier af sand, delvis af flygsandsnatur. Det är också vid sanden och vid de närmast utanför denna varande delarna af rämnorna, som vegetationen är bunden. (Fig. 1).



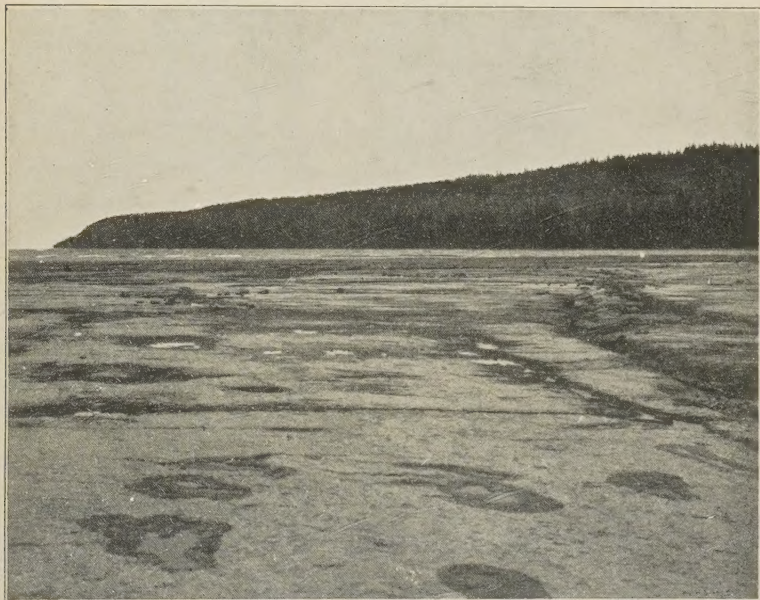
H. MUNTHE fot. 30/5 1915.

Fig. 1, visande den plana urbergsytan W om Halleberg. Bilden tagen från sandvallen ett par hundra m W om Sjötorp, mot N.

Under det relativt kortvariga uppehållet på platsen sökte särskildt ett par af exkursionens deltagare, hrr GAVELIN och GRÖNWALL, efter underkambrisk sandsten i rämnorna, och lyckades det dem också att i några rämnor anträffa sådan. Liknande fynd hafva, som bekant, gjorts på ett flertal ställen inom Fennoskandia, bland hvilka här må erinras blott om GAVELINS upptäckt af fossilförande sandstensgångar i urberget, c:a 2 mil SSW om Åmål.¹

¹ AXEL GAVELIN: Om underkambriska sandstensgångar vid västra stranden af Vänern. S. G. U., Ser. C, N:o 217. (Årsbok 2, 1908, N:o 9). Stockholm 1909.

På senare tider har från ett par håll¹ den ifrågavarande plana urbergsytan uppfattats såsom ett peneplan, men i betraktande af dess ovanligt plana natur nära utanför den kambriska sandstenens yttergräns, dels ock af det grofsandiga, ibland konglomeratiska material, hvaraf den öfverliggande sandstenens bottenlager består, torde det väl vara riktigast att uppfatta planheten såsom tillkommen genom det underkambriska hafvets abraderande verksamhet å det föreliggande, sekulärvittrade urberget, hvars ytkonfiguration mycket väl kunnat vara



H. MUNTHE fot. 30/5 1915.

Fig. 2, visande den plana urbergsytan W om Halleberg, som bildar bakgrunden.

sådan, att den förtjänat namnet peneplan. Att landisen, som väl i hufvudsak får tillskrifvas den närmaste orsaken till urbergsytans i fråga hufvudsakliga blottläggande, icke i förevarande fall verkat nämnvärdt afplanande, synes påtagligt.

¹ Se t. ex. OTTO NORDENSKJÖLD och STEN DE GEER: Über die Beziehungen zwischen Geologie und Landschaftsformen in Mittelschweden. G. F. F. 32. (Äfven såsom Geologkongress-guide, C₆.)

